

Melhoria de eficiência no processo de produção de um semiacabado de cortiça

Inês Filipa Jesus Fernandes de Sousa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Osswald



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2019-07-04

À minha família

Resumo

De um modo geral, as empresas têm como principal foco o seu cliente, no entanto, nos dias de hoje, torna-se cada vez mais complicado gerir a instabilidade na procura e a inconsistência do tamanho das encomendas. Para ultrapassar esta situação, é perentório aplicar uma filosofia centrada na evolução constante de processos e pessoas, de modo a aumentar a competitividade através da eliminação de desperdícios e, conseqüente, aumento de eficiência e redução de custos.

Usando uma combinação das abordagens *lean* e de manutenção produtiva total e aplicando conceitos *Kaizen*, este projeto visa demonstrar as vantagens da aplicação destes conceitos na melhoria de eficiência de processos produtivos.

O presente trabalho foi realizado no âmbito da indústria corticeira, havendo assim a necessidade de adaptar os conceitos anteriores a esta indústria, mostrando por si só a versatilidade destas filosofias. Padronização de trabalhos, aplicação de metodologia SMED e desenvolvimento de planos de manutenção autónoma foram alguns dos conceitos aplicados ao longo do projeto.

A primeira fase incidiu na presença constante no *gemba*, de onde se observou quais os principais problemas do processo produtivo em estudo. Seguidamente, após o desenho de algumas ações de melhoria, ocorreu a implementação das mesmas através da uniformização do trabalho e da busca contínua pela eliminação dos diferentes desperdícios.

Os resultados foram positivos, conseguindo-se a eliminação de 40% do tempo de transporte entre dois equipamentos, o aumento da disponibilidade de equipamentos através da redução de 60% do tempo de *setup* e a organização das atividades dos operadores. Numa perspetiva de melhoria contínua, realça-se o facto de haver sempre possibilidade de melhoria em todos os aspetos do processo produtivo, promovendo sempre a busca pela perfeição.

Efficiency improvement in the production process of a cork semi-finished

Abstract

Usually, the focus of a company is its clients, however, nowadays, is becoming more and more challenging to cope with the demand instability and order size inconsistency. To handle these circumstances, it is required to apply a philosophy that is centered on the constant evolution of processes and people, with the goal of increasing competitiveness through waste elimination and, consequently, obtain an efficiency improvement and cost reduction.

Combining the lean and total productive maintenance approaches and applying the kaizen concepts, this project aims to demonstrate the advantages of the application of these notions in the efficiency of a production process.

This project was carried out within the cork industry, thus there was a need to adapt the previous concepts to this industry, showing by itself the versatility of these philosophies. Standardization of work, SMED methodology application and development of autonomous maintenance plans were some of the applied concepts throughout the project.

The first phase focused on the constant presence in *gemba*, from which the main problems of the productive process under study were observed. Then, after the development of some improvement actions, the implementation of the same ones occurred through the standardization of work and the continuous search for the elimination of the different wastes.

The results were positive with the elimination of 40% of the transportation time, an increase in the availability of the equipments through the reduction of 60% of the setup time, and the organization of the operators' activities. In a continuous improvement perspective, it is important to emphasize that there is always room for improvement in all aspects of the production process, always promoting the search for perfection.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Eng.º Joaquim Moreira Pinto pela oportunidade e todo o conhecimento que transmitiu ao longo destes meses, e ao Jerónimo Jesus pela constante disponibilidade, amabilidade e amizade, sem a qual teria sido impossível terminar este projeto.

Agradeço também de forma geral a toda a equipa onde estive inserida, sempre disponível para me esclarecer e ajudar quando necessário. Um especial obrigado a todos os trabalhadores, sem exceção, que sempre tiraram uma parte do seu tempo para me ouvir e tirar todas as dúvidas.

Agradeço ao Professor Paulo Osswald pela ajuda e orientação disponibilizada sempre que foi necessário.

Aos restantes estagiários da Amorim Revestimentos, S.A. que me acompanharam e aconselharam ao longo desta experiência.

Finalmente, agradeço aos meus pais, amigos e a toda a minha família que se mostraram incansáveis ao longo deste percurso que agora termina.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento e objetivos do projeto	1
1.2	Apresentação da empresa	1
1.3	Metodologia seguida no projeto	2
1.4	Estrutura da dissertação	3
2	Análise dos conceitos teóricos	4
2.1	Produção <i>lean</i>	4
2.2	7 Muda	5
2.3	Kaizen	6
2.4	Metodologia 5S	7
2.5	Padronização do trabalho	8
2.6	Ciclo PDCA	8
2.7	Value Stream Mapping	9
2.8	Manutenção Produtiva Total	9
2.8.1	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	10
3	Análise da Situação Atual	13
3.1	Semi-acabados	13
3.2	Situação inicial	14
3.3	<i>Layout</i> da área de aglomeração e componentes	15
3.4	Descrição do processo produtivo	16
3.5	Análise do desempenho atual	20
3.5.1	Pré-lixagem	22
3.5.2	Prensagem	24
3.5.3	Corte de Bases	25
3.6	Identificação dos problemas	25
4	Soluções Propostas e Análise de Resultados	27
4.1	Mudança de <i>layout</i> na área de aglomeração e componentes	27
4.2	Padronização de atividades	29
4.3	Ajuste de atividades no sistema de registos	32
4.4	Redução dos tempos de <i>setup</i> no equipamento de prensagem	34
4.5	Manutenção autónoma	36
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro	40
	Referências	42
ANEXO A:	Cartões de padronização de atividades dos equipamentos de pré-lixagem, prensagem e corte de bases	44
ANEXO B:	Listas de atividades dos operadores da área de aglomeração	46
ANEXO C:	Cartão de padronização de atividades dos equipamentos de aglomeração	48
ANEXO D:	Lista de atividades de <i>setup</i>	50
ANEXO E:	Alocação de atividades de <i>setup</i> por operador	51
ANEXO F:	Listas de atividades de manutenção autónoma	53

Siglas

C/O – Tempo de *setup*

CT – Tempo de ciclo

JIT – *Just-in-time*

OEE – *Overall Equipament Effectiveness*

QCD – *Quality, Cost and Delivery*

SMED – *Single Minute Exchange or Die*

TOC – *Theory of Constraints*

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – *Toyota Production System*

UI – Unidade Industrial

VSM – *Value Stream Mapping*

Índice de Figuras

Figura 1 - Casa do <i>gemba</i> - adaptado (Imai, 1997)	7
Figura 2 - Ciclo PDCA no processo de melhoramento contínuo (Sokovic, Pavletic e Pipan, 2010)	9
Figura 3 - Constituição geral dos pavimentos (Amorim, 2019)	13
Figura 4 – Processo produtivo de um semiacabado de base IN	14
Figura 5 - <i>Value Stream Mapping</i>	14
Figura 6 – <i>Layout</i> atual da área de aglomeração e componentes.....	16
Figura 7 - Esquema do equipamento de pré-lixagem	18
Figura 8 - Alimentação automática do equipamento de prensagem	18
Figura 9 - Colocação de decorativo no equipamento de prensagem	18
Figura 10 - Esquema do equipamento de prensagem.....	19
Figura 11 - Esquema do equipamento de corte de bases	20
Figura 12 - <i>Layout</i> recomendado para o departamento de componentes.....	28
Figura 13 – Cartões de padronização de atividades nas mesas de controlo dos equipamentos	30
Figura 14 - Disposição de operadores nos equipamentos de aglomeração	30
Figura 15 – Cartões de padronização de atividades nas mesas de controlo nos equipamentos de aglomeração.....	32
Figura 16 – Cartão de padronização de atividades de <i>setup</i>	36
Figura 17 – Cartão de manutenção autónoma	38
Figura 18 – Ficha de atividades de manutenção autónoma	38
Figura 19 – Plano de manutenção autónoma do equipamento de pré-lixagem	38
Figura 20 – Plano de manutenção autónoma do equipamento de prensagem	39
Figura 21 - Caixa para arrumação de cartões de manutenção autónoma	39

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Grupos e tipos de paragens.....	21
Tabela 2 - Transporte de material entre equipamentos no <i>layout</i> atual e recomendado	28
Tabela 3 – Poupança anual conseguida com a nova disposição de fábrica	28
Tabela 4 – Tarefas que resultam da instabilidade do equipamento de aglomeração	31
Tabela 4 - Lista de tarefas do equipamento de pré-lixagem no sistema de registos	32
Tabela 6 - Tarefas do equipamento de lixagem no sistema de registos	34
Tabela 7 - Tarefas críticas e respetiva duração, antes e depois da organização de tarefas internas .	35
Tabela 8 - Redução do tempo de <i>setup</i> no equipamento de prensagem.....	36

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - OEE geral dos equipamentos em estudo.....	21
Gráfico 2 - OEE do equipamento de pré-lixagem	22
Gráfico 3 - Diagrama pareto de paragens para o equipamento de pré-lixagem	23
Gráfico 4 - OEE do equipamento de prensagem	24
Gráfico 5 - Diagrama pareto de paragem para o equipamento de prensagem	25
Gráfico 6 - OEE do equipamento de corte de bases	25
Gráfico 7 - OEE geral do equipamento de lixagem.....	33
Gráfico 8 - Desdobramento do OEE do equipamento de lixagem	33

1 Introdução

1.1 Enquadramento e objetivos do projeto

O desenvolvimento do projeto ocorreu durante os meses de março a junho de 2019 na empresa Amorim Revestimentos, S.A., na Unidade Industrial de Oleiros (UI Oleiros), no departamento de Aglomeração e Componentes.

Com um catálogo de produtos cada vez mais extenso, cresce a necessidade de dar resposta às encomendas dos clientes que são cada vez mais diversificadas e em ordem mais reduzida, obrigando esta unidade industrial a ser cada vez mais rápida, eficaz e flexível na produção de revestimentos em cortiça.

A Amorim Revestimentos, S.A. é uma organização *lean* que faz uso diário desta filosofia e que já tem incorporada uma cultura de melhoria contínua. Contudo, nos últimos anos, com a extensão do catálogo de produtos, foram observados problemas relacionados com falta de rotinas de trabalho dos operadores e quebra de eficiência nos variados processos produtivos devido às constantes mudanças de produção. Este problema é crítico não só devido às quebras de produção que provoca, mas também por afetar o desempenho dos equipamentos e funcionários da UI Oleiros.

A elevada flexibilidade que é exigida ao chão de fábrica torna essencial o ótimo desempenho dos equipamentos, bem como a organização e método de trabalho dos funcionários. Pretende-se, no presente projeto, a aplicação de métodos de melhoria contínua e de eliminação de desperdícios para se conseguir organizar o trabalho dos funcionários e aumentar a disponibilidade e rendimento dos equipamentos em questão, e assim alcançar uma maior eficiência no processo produtivo.

Para o projeto objetivou-se que durante este período será feito o estudo e implementação de ferramentas de melhoria contínua e de eliminação de desperdícios de modo a garantir:

1. Redução do tempo de transportes entre equipamentos;
2. Redução da variabilidade dos operadores para a mesma tarefa;
3. Aumento do indicador de eficiência dos equipamentos (OEE), através do aumento da disponibilidade e/ou rendimento.

1.2 Apresentação da empresa

O Grupo Amorim teve origem em 1870 e é, nos dias de hoje, uma das maiores e mais competitivas multinacionais portuguesas, atingindo uma posição de destaque no setor da cortiça a nível mundial.

Começando apenas por ser um produtor e fornecedor de rolhas, a Corticeira Amorim, com o objetivo de atingir a liderança no mercado internacional, adotou uma estratégia de verticalização de negócio integrando todos os serviços desde a obtenção da matéria-prima até à pós-venda, garantindo sempre a total qualidade do produto (Amorim, 2019).

Conduzindo um percurso notável a nível de desenvolvimento sustentável, a Amorim orgulha-se de trabalhar com uma matéria-prima complexa natural extraída do sobreiro, sem que nenhuma árvore seja cortada durante o processo o que constitui, por si só, um caso único em termos de sustentabilidade.

Com a crescente necessidade de inovação e competitividade, o Grupo estendeu as suas áreas de negócio para os revestimentos, aglomerados compósitos e isolamentos, utilizando sempre a cortiça como matéria-prima base e promovendo sempre a constante busca pela inovação nas diferentes aplicabilidades da cortiça.

A unidade de negócio dos revestimentos é, atualmente, líder mundial na produção e distribuição de pavimentos e decorativos de parede com incorporação de cortiça. Com a sua presença em mais de 70 países, é reconhecida pela qualidade e inovação ao combinar métodos tradicionais de produção com as mais recentes tecnologias, oferecendo produtos únicos e sustentáveis (Amorim, 2019).

1.3 Metodologia seguida no projeto

Para o desenvolvimento e realização deste projeto seguiu-se a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) que consiste em: estudo prévio do problema a tratar, planeamento dos procedimentos a concretizar, respetiva implementação das ações, controlo contínuo das medidas implementadas, identificação de possíveis ações de melhoria e garantir um constante aperfeiçoamento das medidas implementadas.

Assim, as primeiras semanas foram essenciais para a integração na empresa, estudo geral dos processos produtivos e obtenção de uma visão geral da fábrica. Uma vez que o projeto é focado essencialmente na eficiência de equipamentos e operadores, foi necessário entender ao pormenor como é que cada equipamento funciona em rotina, bem como a organização dos trabalhadores nos diversos turnos.

Foram utilizadas ferramentas de mapeamento de fluxos, nomeadamente o *Value Stream Mapping*, para a caracterização da situação atual e assim identificar potenciais problemas que afetam a eficiência geral do processo produtivo em estudo. De seguida, estudou-se a eficiência de cada equipamento individualmente e acompanhou-se o trabalho dos operadores durante diversos turnos.

Identificadas e caracterizadas as principais causas que prejudicam a eficiência do processo, foi possível começar a desenhar propostas de melhoria. O processo de planeamento de soluções passou por uma pesquisa intensa de informação, incluindo troca de ideias e conhecimento com operadores e responsáveis dos diversos departamentos. O processo de implementação foi progressivo e faseado, sendo que sempre foi dado como fundamental a recolha de *feedback* dos operadores.

Ferramentas de melhoria contínua, como padronização do trabalho, e ferramentas de eliminação de desperdícios, como aplicação da metodologia SMED, entre outros, foram os pontos-chave do trabalho executado ao longo de todo o projeto. Partiu-se de pequenas ações como instruções de trabalho e soluções que melhorassem a organização do trabalho dos operadores, para posteriormente fazer implementações com um impacto direto na eficiência dos equipamentos, como diminuição dos tempos de *setup* e dos tempos de paragem por avaria.

O indicador de desempenho dos equipamentos (OEE) serve como ferramenta para validar o sucesso das implementações, sendo que torna possível monitorizar as melhorias, ou não, da eficiência do uso dos equipamentos em questão.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos e diversos anexos. O primeiro capítulo, no qual está incluído o presente subcapítulo, enquadra o projeto, define os respetivos objetivos e apresenta a Amorim Revestimentos, S.A., a organização onde foi realizado o projeto.

No segundo capítulo são apresentados os fundamentos teóricos consultados e utilizados para a realização do projeto, sendo explicado no que é que consistem e quais as ferramentas associadas. Neste caso em concreto, a filosofia *lean* e de manutenção produtiva total foram estudadas bem como as ferramentas utilizadas para as pôr em prática num contexto industrial.

No terceiro capítulo é explicado o processo produtivo em estudo, incluindo uma análise detalhada dos componentes e eficiência dos equipamentos aqui integrados. É também nesta secção que são enumerados e explicados os problemas identificados na fase inicial do projeto.

No quarto capítulo encontram-se apresentadas as propostas de melhoria, os processos de implementação e os respetivos resultados obtidos. No quinto e último capítulo são expostas as principais conclusões, trabalhos futuros e aprendizagens obtidas com a realização do projeto.

2 Análise dos conceitos teóricos

2.1 Produção *lean*

A filosofia ou pensamento *lean* teve a sua origem no Japão após Taiichi Ohno, vice-presidente da *Toyota Motor Company* nos anos 70, desenvolver um inovador sistema de produção denominado *Toyota Production System* (TPS) que assentava em dois pilares: respeito interpessoal e eliminação de desperdícios (Jacobs e Chase, 2010).

Com o objetivo de reduzir custos seria necessário então eliminar todos os desperdícios ao longo de todo o processo industrial, objetivo que veio dar lugar aos dois pilares deste novo sistema de produção:

- **Jidoka**: conceder autonomia ao operador para bloquear o processo sempre que alguma anomalia seja detetada, com o objetivo de prevenir geração e propagação de defeitos na produção, tanto em processos automatizados como em manuais. Promove o caminho para a perfeição das operações e, quando conciliado com JIT, garante uma produção sem defeitos através do controlo ao longo de todo o processo. (Silva, 2016).
- **Just-in-time (JIT)**: produzir o que é pedido com a qualidade e na quantidade ideal, no tempo ideal. A sua correta implementação promove uma flexibilidade que melhor se adapta à procura, através de uma visão centrada no cliente final e na eliminação de todas as formas de desperdício (Cheng e Podolsky, 1996).

Este sistema serviu, mais tarde, como base para o desenvolvimento da produção *lean*.

Atualmente, quase todas as organizações ambicionam a implementação de uma produção *lean*, de modo a alavancar o seu desempenho em mercados cada vez mais incertos – aumento das expectativas do cliente, flutuações na procura e competição intensa. No crescente caso de as ordens de encomenda serem reduzidas, esta nova forma de produção possibilita uma redução dos custos por unidade, dando também a possibilidade de disponibilizar uma maior gama de artigos. Contudo, de forma a satisfazer a procura, que, nos dias de hoje, é cada vez mais incerta e variável, o sistema produtivo tem de ser forçosamente flexível (Wong e Wong, 2011).

Muitas das técnicas *lean* são implementadas nas organizações ao nível do chão de fábrica para se eliminar os desperdícios na produção. No entanto, também é necessária uma mudança adicional na cultura organizacional e de gestão, de modo a garantir não só uma produção *lean*, como também uma implementação da filosofia *lean* por toda a organização. Equipas multifuncionais, responsabilidade descentralizada e integração de funções são alguns exemplos de mudanças que podem ocorrer a nível de cultura organizacional (Wong e Wong, 2011). Assim, esta filosofia deve estar implementada em toda a organização, desde o desenvolvimento do produto, passando pela produção até à distribuição.

Segundo Womack e Jones (1997), existem cinco princípios *lean*: valor, cadeia de valor, fluxo, *pull* e perfeição.

Assim, o primeiro passo para a implementação de uma produção *lean* é a identificação de valor, sempre definido pelas necessidades do cliente para um respetivo produto. Após o valor estar bem definido, é necessário mapear toda a cadeia de valor incluindo todos os passos e processos envolvidos na transformação do produto, desde matérias-primas até produto final. Através deste mapa é possível identificar todos os passos que não adicionam valor para depois encontrar maneiras de os eliminar.

Depois de os desperdícios terem sido eliminados da cadeia de valor, o passo seguinte é garantir um ótimo fluxo do processo sem interrupções ou atrasos. Com a melhoria do fluxo, o tempo para o mercado pode ser reduzido drasticamente. Através de um sistema *pull*, os produtos não necessitam de ser produzidos antecipadamente, mantendo os níveis de inventário reduzidos o que leva a uma redução de custos.

Finalmente, o último princípio é a perfeição. Os primeiros quatro passos são indispensáveis, no entanto, este é talvez o mais importante focando-se na expansão da cultura *lean* a toda a organização, envolvendo todos os trabalhadores na implementação desta filosofia.

2.2 7 Muda

Segundo Karlsson e Åhlström (1996) os desperdícios são a principal causa de perda de produtividade de uma empresa. Normalmente, o maior desperdício que existe numa organização é o inventário, com o armazenamento de componentes e produtos que não lhes adiciona nenhum valor adicional. A diminuição do tamanho dos lotes pode ajudar à redução de inventário, como também ao aumento da flexibilidade da organização, mas neste caso, a redução dos tempos de *setup* torna-se crucial.

O transporte de produtos ou componentes dentro da organização também é uma forma de desperdício, uma vez que não adiciona valor ao produto final e só aumenta o *lead-time* da produção (Karlsson e Åhlström, 1996). Por norma, dentro de uma organização, é muito difícil eliminar a 100% o transporte interno de produtos ou componentes, no entanto existem diversas maneiras de o otimizar, como mudanças no *layout* da fábrica e criação de circuitos que garantam a eficiência do transporte.

Finalmente, a falta de qualidade dos produtos produzidos também é uma forma de desperdício, tornando a eliminação de refugos e de necessidade de retrabalho a última determinante para supressão do mesmo (Karlsson e Åhlström, 1996).

No seguimento dos conceitos abordados anteriormente, os 7 *Muda* são sete atividades vistas como desperdício: não acrescentam valor e que podem abranger desde tempo, até materiais ou esforço (Womack, 1990).

A palavra desperdício, em japonês *muda*, refere-se a todas as atividades que não acrescentam valor ao produto ou serviço, desde da aquisição de matéria-prima até à entrega do produto final ao cliente. Os tipos de muda que são apresentados de seguida fazem parte de um conceito mais abrangente denominado três Ms: *Muda*, *Mura* (variabilidade) e *Muri* (dificuldade ou gasto de energia).

Taiichi Ohno (1988) classifica o *Muda* em sete categorias:

1. **Transporte:** o transporte de materiais ou produtos, apesar de muitas das vezes ser essencial, não acrescenta valor. É necessário tentar reduzir a necessidade de transporte ao máximo.

2. **Inventário:** normalmente há um excesso de inventário como resultado do excesso de produção, o que se traduz em custos de armazenamento, transporte e possível deterioração dos produtos armazenados.
3. **Movimento:** acontece quando os operadores realizam movimentos desnecessários ou deslocamentos nas suas tarefas, o que pode acontecer devido a um trabalho não normalizado e desorganizado.
4. **Tempo de espera:** tempo de inatividade das máquinas ou operadores enquanto esperam pela possibilidade de executar a próxima tarefa. É o resultado de esperas de materiais, informação ou até uma fraca gestão de tempo.
5. **Excesso de produção:** provoca o consumo desnecessário de recursos e matéria-prima, aumento de *stocks*, aumento de custos de armazenamento, transportes e consumos energéticos.
6. **Sobre processamento:** realização de tarefas ou operações cujo resultado excede as especificações.
7. **Defeitos:** quebra da qualidade do produto. Origina uma necessidade de reprocessamento ou possível reclamação por parte do cliente.

A seguir à eliminação de desperdícios, a melhoria contínua entra como um dos principais fundamentos da produção *lean*. Sendo este um conceito que procura a perfeição, implica uma constante análise e avaliação do processo produtivo, de modo a ser possível a implementação de novas medidas de melhoria.

2.3 Kaizen

Este modelo de melhoria contínua foi definido em 1986 por Masaaki Imai com o nome de *Kaizen*, baseado na mudança de cultura organizacional que encoraja os operadores a dar as suas sugestões de modo a melhorar de forma contínua as atividades da organização (Paraschivescu e Cotîrlet, 2015).

Uma vez que a melhoria é feita em etapas, o processo torna-se mais eficaz, controlável e adaptável. Focado na simplificação de processos complexos através da decomposição em processos secundários, tem como objetivo a melhoria gradual da organização, envolvendo todos os seus trabalhadores, desde os operadores de fábrica até aos gestores de topo (Paraschivescu e Cotîrlet, 2015).

Os fundamentos *Kaizen* reúnem um conjunto de 7 princípios de funcionamento (Kaizen Institute, 2019):

1. **Gemba Kaizen:** é uma condição para envolver os trabalhadores. Trata-se de uma melhoria contínua ao nível do chão de fábrica e das atividades diárias dos trabalhadores.
2. **Desenvolvimento das pessoas:** para cada tipo de melhoria existe um hábito a mudar, e para cada hábito existe um grupo de indivíduos que vai ter de abandonar rotinas anteriores. Abrange desde a gestão de topo até aos operadores do chão de fábrica, tratando-se de uma criação de cultura organizacional.
3. **Normas visuais:** o uso de imagens ou esquemas visuais ajudam à interpretação das normas a cumprir, de maneira a obter-se os resultados pretendidos.
4. **Processo e Resultados:** enfatiza a importância tanto do processo como da obtenção de resultados: sendo a base para a definição de objetivos para a equipa, o resultado é crucial. No entanto, de maneira a que estes sejam obtidos de maneira coerente e consistente, é também necessário haver um foco no processo.
5. **Qualidade em primeiro lugar:** a qualidade é a temática mais importante da filosofia *Kaizen*. É suportada por três conceitos: orientação para o mercado, a próxima operação é o cliente e melhorias a montante.

6. **Eliminação de Muda (desperdício):** Visa à eliminação dos 7 *Muda* descritos anteriormente, de maneira a alcançar competitividade e excelência.
7. **Abordagem Pull-Flow:** organização de toda a cadeia de abastecimento em termos de fluxo puxado de material e informação.

Kaizen está, de facto, na base do *Toyota Production System* e, consequentemente, do pensamento *lean*, sendo muitas vezes difícil a sua distinção. Euclides Coimbra (2013) realça que a maior diferença é o facto de a produção *lean* – maior produtividade, qualidade e motivação das pessoas – ser uma consequência da implementação de uma cultura *kaizen* que envolve o relacionamento interpessoal, estabelece objetivos de melhoria e atua diretamente no *gemba* (Kaizen Institute, 2019).

Relativamente ao *gemba*, Masaaki Imai (1997) afirma que existem duas atividades principais que devem ser realizadas diariamente: a manutenção e melhoria contínua (*kaizen*). Estas atividades na gestão diária permitem alcançar o estado de qualidade, custo e entrega (QCD) ideal.

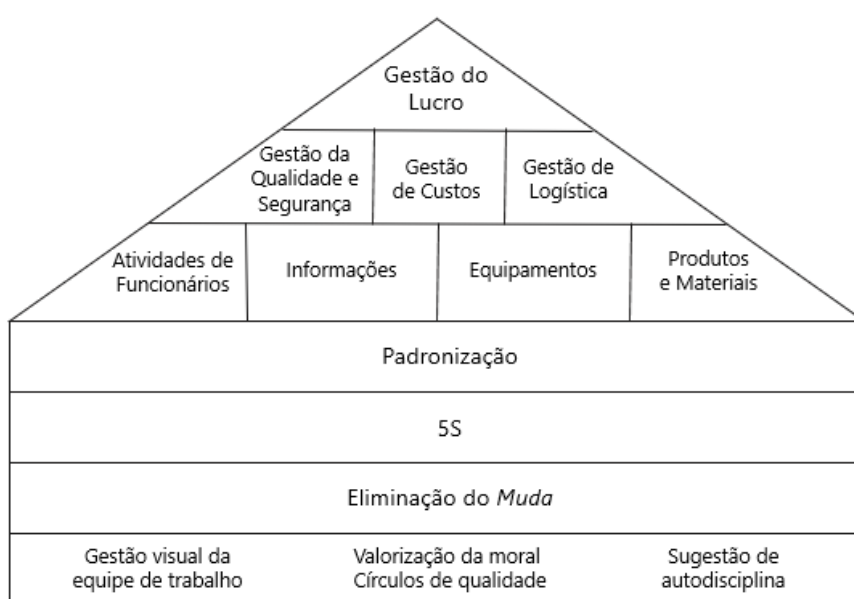


Figura 1 - Casa do *gemba* - adaptado (Imai, 1997)

Na base da casa do *gemba*, visível na figura 1, encontram-se alguns dos princípios da cultura *kaizen*, como a gestão visual, a valorização da moral e autodisciplina. De seguida, surge a eliminação dos *muda*, referido anteriormente como um dos pilares quer a filosofia *lean*, quer da cultura *kaizen*. A padronização (*standardization*) e os 5S são os dois outros componentes da casa do *gemba*, e é através destas ferramentas que é conseguida uma eficiente gestão de recursos, mão-de-obra, informação, equipamentos e materiais, e uma redução da variabilidade dos processos e das atividades diárias dos trabalhadores.

2.4 Metodologia 5S

Ferramenta *lean* que surge da cultura *Kaizen* descrita anteriormente, cujo principal objetivo é a redução de desperdícios, organização do local de trabalho e aumento de produtividade. Normalmente é a primeira ferramenta a ser implementada, de modo a facilitar a aplicação futura de outros métodos *lean*.

A expressão 5S é um acrónimo de cinco palavras japonesas: *Seiri* (Escolha), *Seiton* (Arrumação), *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Uniformização) e *Shitsuke* (Disciplina) (Al-Aomar, 2011).

1. **Escolha:** identificação das ferramentas desnecessárias à execução das tarefas e remoção das mesmas do posto de trabalho.
2. **Arrumação:** classificação, ordenação e arrumação de todos os itens que não foram removidos na etapa anterior. Esta atividade reduz substancialmente o tempo de procura e o esforço de acesso.
3. **Limpeza:** introdução da limpeza de equipamentos, materiais e local de trabalho na rotina diária, o que facilita a verificação do comportamento dos equipamentos e a execução das tarefas.
4. **Uniformização:** criação de regras de modo a integrar as três últimas etapas na rotina dos trabalhadores.
5. **Disciplina:** aplicação diária das etapas anteriores. É a fase mais difícil de ser implementada, portanto deve ser acompanhada e estimulada pelos gestores no terreno.

Um das inúmeras vantagens da implementação desta ferramenta é a identificação e prevenção de problemas e avarias, redução de movimento e esforço na execução de tarefas e prevenção de acidentes.

2.5 Padronização do trabalho

A padronização do trabalho dos operadores é uma etapa crucial da filosofia *lean*, traduzindo-se nos requisitos das operações do dia-a-dia dos trabalhadores, com o principal objetivo de diminuir a variabilidade e inconsistência de execução.

As normas são a tradução destes requisitos e devem traçar o método mais eficiente de executar uma dada atividade, promovendo assim a supressão da invariabilidade e inconsistência de execução. Devem incluir informações sobre a forma como realizar uma atividade em termos de movimentos, materiais e tempos (Liker e Meier, 2006).

De facto, quando vários trabalhadores executam a mesma tarefa é provável que, pelo menos um, a execute de forma diferente. A eliminação da variabilidade permite então ter uma base de trabalho credível e estável com a qual planear toda a produção, e um padrão face ao qual possa ser possível validar eventuais medidas de melhoria.

O aspeto visual é muito importante na conceção de uma norma, uma vez que a utilização de imagens e palavras-chave facilitam o entendimento e a memorização das instruções de trabalho.

2.6 Ciclo PDCA

De maneira a garantir o sucesso das metodologias a implementar, é necessário ter em conta um pensamento de melhoria contínua, seguindo o método PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

Na fase de planeamento, analisa-se o processo e identifica-se o problema, seguido pelo desenvolvimento e implementação do plano de ação e avaliação do mesmo. É o resultado desta avaliação que permite uma ação final: se os objetivos não forem cumpridos é necessário reiniciar as etapas, de modo a melhorar o plano traçado inicialmente (Johnson, 2002).

A figura 2 representa de forma esquemática a importância do ciclo PDCA para uma melhoria contínua e a constante busca pela perfeição, apoiado na norma de qualidade ISO 9001. Este apoio traduz a importância da qualidade na produção, surgindo aqui como base principal para as fases do ciclo PDCA.

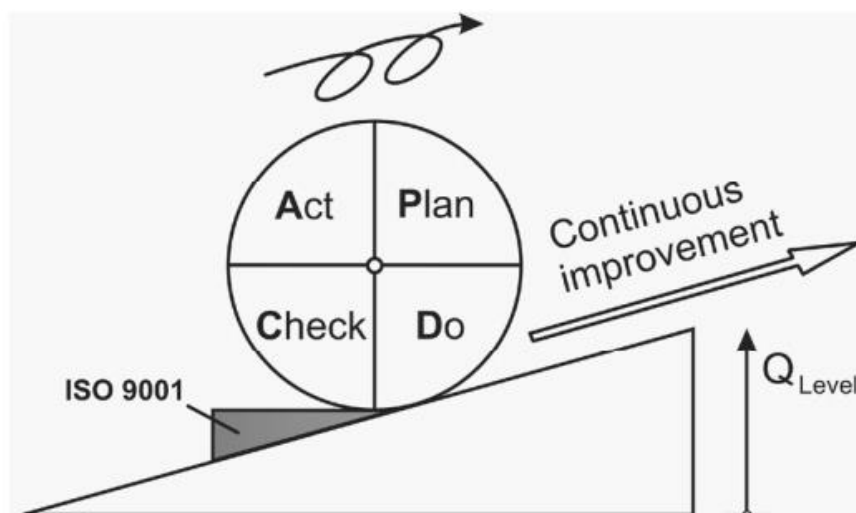


Figura 2 - Ciclo PDCA no processo de melhoramento contínuo (Sokovic, Pavletic e Pipan, 2010)

2.7 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping é uma ferramenta *lean* que representa os fluxos de produto e de informação ao longo do seu processo produtivo através de um esquema visual e intuitivo. É uma ferramenta que pode ser aplicada em vários tipos de processos.

Para cada atividade é possível a avaliação de várias dimensões, como o tempo de ciclo (CT), tempo de *setup* (C/O), tempo disponível, número de operadores e máquinas. Os inventários, bem como as horas em *stock* devem ser representados no mapa de valor, antes e após cada operação (Jacobs e Chase, 2010).

A procura do cliente deve determinar a cadência de produção e o indicador para esta dimensão é denominado *takt time*, calculado através do rácio entre o tempo disponível e a procura no tempo disponível. Idealmente, este indicador e o tempo de ciclo devem ter valores muito próximos para garantir a máxima eficiência da cadeia de valor (Jacobs e Chase, 2010).

2.8 Manutenção Produtiva Total

Manutenção produtiva total, em inglês *Total Productive Maintenance* (TPM), teve a sua origem em 1998 quando Nakajima a definiu como uma manutenção produtiva desenvolvida por todos os trabalhadores, através de atividades de manutenção realizadas por toda a organização.

O principal objetivo deste sistema é haver zero paragens, defeitos, acidentes e desperdícios. Com a eliminação destes aspetos, a eficiência aumenta, consegue-se uma redução de custos, uma diminuição de inventário e um aumento da produtividade (Nakajima, 1988).

Nos dias de hoje, onde a competitividade cresce e se diversifica, o estado de qualidade, custo e entrega (QCD) ideal é desejado por todas as organizações, sendo que as direciona para um patamar de sucesso e crescimento. A filosofia *lean* foca-se na eliminação de desperdícios, e, uma vez que os desperdícios na produção têm um impacto direto na disponibilidade dos equipamentos, uma gestão sistemática e estratégica da manutenção, tal como é TPM, é uma base para o sucesso de uma produção *lean* (Wireman, 2004).

Um equipamento avariado ou com mau funcionamento resulta em produtos de qualidade inferior ou atrasos na entrega de encomendas, logo, a manutenção autónoma e preventiva tem um papel muito importante sendo uma parte vital de uma organização, mas muitas vezes ignorada pela gestão de topo.

A filosofia TPM, reconhecida como uma ideologia de sucesso para manter os equipamentos a um nível ótimo de eficiência operacional, foca-se então na otimização dos equipamentos e processos produtivos, ao contrário da filosofia *lean* que tem uma perspetiva mais geral, evidenciando a eliminação de desperdícios e foco no cliente. Normalmente, estes dois sistemas são implementados de forma independente, no entanto, uma integração dos dois resulta numa melhor compreensão relativamente a práticas que influenciam diretamente o desempenho.

Segundo Wireman (2004), a manutenção produtiva total está assente em cinco pilares principais:

1. **Melhoria da eficiência do equipamento:** garantir que o equipamento funciona consoante as especificações com que foi concebido - deve trabalhar à velocidade especificada, produzir a quantidade discriminada com a melhor qualidade.
2. **Melhoria da eficiência e eficácia da manutenção:** assegurar que as atividades de manutenção são realizadas com o menor custo. Isto só é possível com um planeamento e agendamento da manutenção básica, com o objetivo de garantir uma manutenção *lean* sem desperdícios no processo de manutenção. Adicionalmente, é necessário certificar que as atividades de manutenção interferem o mínimo possível com a disponibilidade do equipamento.
3. **Gestão de novos equipamentos e manutenção preventiva:** redução da quantidade de manutenção necessária. Utilização de dados históricos para conseguir prever futuras avarias, e, assim, tomar as medidas necessárias para que essas paragens sejam minimizadas ao máximo.
4. **Melhoria das capacidades de todos os envolvidos:** os trabalhadores devem ter o conhecimento e habilidades necessárias para contribuir num ambiente TPM, não envolvendo só os trabalhadores do departamento de manutenção, mas todos os operadores que trabalham com os equipamentos diariamente. Os gestores devem então estar disponíveis para ouvir e aceitar as considerações dos operadores, promovendo uma manutenção aberta a todos os trabalhadores.
5. **Envolvimento dos operadores na manutenção de rotina:** os operadores podem e devem estar envolvidos na manutenção de rotina dos equipamentos, atividades simples que totalizam cerca de 10 a 40% de todas as atividades de manutenção. O objetivo não é diminuir as atividades de manutenção, mas libertar os trabalhadores do departamento de manutenção para atividades mais técnicas.

2.8.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é o resultado das práticas de TPM e permite a visibilidade do desempenho atual dos equipamentos. A comparação do tempo total disponível do equipamento com o total de perdas sofridas dá à gestão da produção e da manutenção uma visão geral do desempenho dos equipamentos, colocando o foco no solucionamento das grandes perdas (Almeanazel, 2010).

O objetivo principal da filosofia TPM é a eliminação das seis principais perdas, agrupadas em três grupos, sendo que são as causas primordiais que levam a uma perda de eficiência. A ligação entre perdas e eficiência é definida tanto em termos de qualidade, como em disponibilidade ou rendimento.

Todo o tempo de operação pode sofrer perdas, visíveis através de defeitos, mudanças de produção, avarias, ou invisíveis, como baixa velocidade de produção. Deste modo, Nakajima (1998) definiu as seguintes perdas:

1. **Perdas por paragem:** quando nenhum material está a ser produzido durante esse tempo. Pode ser devido a avaria ou *setup*.
2. **Perdas de velocidade:** quando a velocidade de trabalho é inferior à velocidade teórica do equipamento. Estas perdas também podem ser microparagens, resultado de, por exemplo, pequenos encravamentos.
3. **Perdas de qualidade:** quando a qualidade do produto produzido não corresponde à qualidade especificada. Traduz-se na perda de matéria-prima utilizada para produzir aquele material, na perda de tempo operacional utilizada para produzir um produto não-conforme ou para realizar um retrabalho.

O cálculo do indicador do OEE é feito através da multiplicação dos três grupos de perdas: (1) disponibilidade: perdas por paragens, (2) rendimento: perdas por velocidade e (3) qualidade: perdas por retrabalho ou material desviado.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} * \text{Rendimento} * \text{Qualidade}$$

A disponibilidade é calculada através do rácio do tempo real de operação com o tempo disponível, sendo que traduz a percentagem de tempo operacional planeado que foi efetivamente utilizada para a produção. Por outro lado, o rendimento pode ser definido através do rácio entre a multiplicação entre o tempo de ciclo teórico e a quantidade produzida e o tempo disponível. A qualidade é calculada com base na quantidade de material não conforme relativamente à quantidade total produzida (Almeanazel, 2010).

O OEE transforma um problema multidimensional e complexo num modelo conceptualmente simples que permite informar e envolver os colaboradores na identificação de perdas e motivar à sua redução. Segundo Willmott e McCarthy (2001), a melhoria constante do OEE aponta também que a organização tem capacidade para obter aquilo a que se propõe e que a implementação de uma filosofia de melhoria contínua foi bem-sucedida.

Metodologia SMED - single minute exchange or die

Existem muitas ferramentas e metodologias eficazes para o aumento da disponibilidade, que atuam diretamente na redução do tempo de paragem dos equipamentos. Uma das ferramentas mais utilizadas para aumentar a disponibilidade do equipamento através da diminuição do tempo de *setup* é a metodologia SMED – *single minute exchange or die*.

Esta metodologia foi desenvolvida por Shigeo Shingo a partir dos anos 50, numa tentativa de dar resposta à necessidade de produção em lotes menores. Engloba um conjunto de técnicas para diminuir os tempos de *setup* para menos de dez minutos. As razões que levam à diminuição destes tempos podem ser classificadas em três grandes grupos (Costa, Sousa, Bragança e Alves, 2013):

1. **Procura de flexibilidade:** devido à grande panóplia de produtos oferecidos e à diminuição das quantidades encomendadas pelos clientes, a empresa deve estar preparada para reagir rapidamente às necessidades do consumidor;
2. **Capacidade do *bottleneck*:** todo o tempo perdido no processo é essencial, principalmente quando se fala no gargalo da produção. Assim, os tempos de *setup* devem ser minimizados ao máximo de modo a maximizar a capacidade de produção.
3. **Minimização de custos:** os custos de produção estão diretamente relacionados com o desempenho do equipamento, portanto, com a diminuição dos tempos de *setup* consegue-se uma maior disponibilidade das máquinas, o que se traduz numa redução de custos.

Esta técnica *lean* requer uma análise prévia e detalhada do processo de *setup*. Normalmente é realizada seguindo as seguintes etapas (Ulutas, 2011):

1. **Estudo do *setup*:** observação e estudo do *setup*, das atividades realizadas, das técnicas utilizadas e dos trabalhadores envolvidos. Por norma, filma-se uma mudança de produção para que seja mais fácil o posterior estudo detalhado, incluindo a duração de todas as atividades realizadas.
2. **Separação de atividades internas e externas:** as atividades internas são aquelas que precisam obrigatoriamente de ser realizadas com o equipamento parado. Por outro lado, as externas são aquelas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Assim, com a separação destas atividades, pode-se fazer com que as atividades externas sejam realizadas antes ou depois do *setup*, de maneira a não prejudicarem o tempo de paragem do equipamento.
3. **Conversão de atividades internas em externas:** tentar transformar atividades internas em externas e, assim, diminuir ainda mais o tempo de paragem por *setup*.
4. **Redução das tarefas:** tentar diminuir a duração das tarefas internas e externas de maneira a que o tempo de paragem por *setup* seja minimizado o mais possível.

3 Análise da Situação Atual

3.1 Semiacabados

A Amorim Revestimentos, S.A. conta com um catálogo de produtos muitíssimo extenso, com o objetivo de dar resposta à procura dos seus clientes que se mostra cada vez mais instável e inconstante. Como a empresa possui uma presença europeia bastante forte, esta unidade de negócio também necessita de gerir as tendências e preferências características de cada mercado.

Apesar da alargada oferta de diferentes revestimentos e visuais, maior parte dos produtos têm uma constituição semelhante. Na figura 3 está representada esquematicamente a constituição geral dos pavimentos.



Figura 3 - Constituição geral dos pavimentos (Amorim, 2019)

Apesar da constituição ser semelhante, alguns constituintes diferem de produto para produto. No entanto, todos eles são constituídos por um semiacabado: aglomerado de cortiça com decorativo aplicado. O semiacabado é o primeiro constituinte a ser produzido e só mais tarde é que é acoplado aos restantes que constituem o produto final. A sua produção é feita na íntegra na área de aglomeração e componentes da UI Oleiros.

Cada aglomerado de cortiça é produzido de maneira diferente, com matérias-primas e processos distintos, de maneira a dar-lhes a impermeabilidade, ou não, inerente a cada produto. Dos oito tipos diferentes de aglomerados produzidos, o foco será naquele que é utilizado na produção do produto mais vendido pela empresa.

É o tipo de aglomerado de cortiça que define o processo produtivo do semiacabado, sendo que o presente projeto focar-se-á no processo produtivo dos semiacabados com aglomerado de nome IN, com especial atenção nos equipamentos de pré-lixagem, prensagem e corte de bases.

O processo produtivo do semiacabado em estudo está representado de forma esquemática na figura 4.



Figura 4 – Processo produtivo de um semiacabado de base IN

3.2 Situação inicial

De modo a conseguir-se uma visão mais alargada de todos os fluxos existentes, tanto físicos como de informação, desenvolveu-se um *Value Stream Mapping* (VSM) para o processo produtivo em estudo, onde estão registados os tempos de ciclo (CT) e de *setup* (C/O), bem como o número de operadores necessários em cada estação. A partir deste diagrama consegue-se relacionar o *takt time* – previsão da procura em relação ao tempo disponível – com o tempo de processamento e *lead times* reais da organização, e assim perceber se a procura está a ser satisfeita de forma eficiente e onde é que há hipóteses de melhoria.

Assim, o diagrama que pode ser visualizado na figura 5 foi desenvolvido para o semiacabado de base IN mais vendido pela empresa, de maneira a perceber como é que a organização dá resposta à procura deste material, sendo que é o que exige um tempo total de processamento mais rápido.

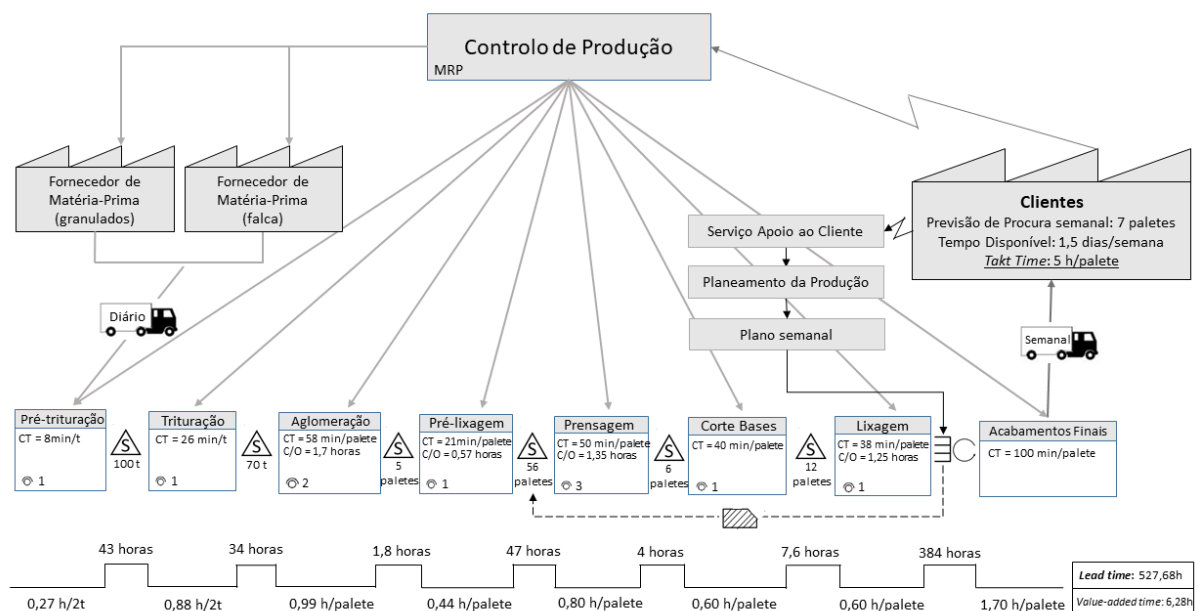


Figura 5 - Value Stream Mapping

Analisando o histórico de vendas deste produto, desde março de 2018 a março de 2019, foi possível chegar-se a uma previsão de procura semanal de 7 paletes, sendo que o tempo disponível da organização para satisfazer a procura deste produto em particular é de 1,5 dias por semana (30% do tempo disponível total de 5 dias por semana), 24 horas por dia, satisfazendo um total de 36 horas semanais. Deste modo, conclui-se que o *takt time*, o tempo total ideal de processamento de uma paleta é de aproximadamente 5 horas.

Para o desenvolvimento do VSM utilizou-se uma paleta como unidade de medida, uma vez que é a mais utilizada na empresa. Assim, é necessário referir que uma paleta comporta cerca de mil placas, totalizando uma área total de 540 m².

Seguidamente, os tempos de ciclo de cada estação e os tempos que o material fica, em média, à espera do próximo equipamento foram quantificados, para ser possível calcular qual a proporção do tempo total de processamento em que se adiciona valor ao produto. Mais uma vez, os tempos de ciclo foram quantificados por paleta, de modo a facilitar a comparação com o *takt time* encontrado anteriormente. Para a pré-trituração e trituração utilizou-se o tempo de processamento de duas toneladas, sendo que esta é a quantidade utilizada pelo equipamento de aglomeração, em média, na produção de uma paleta.

Através da visualização do diagrama pode-se constatar que o *lead time* de processamento de uma paleta deste produto é de aproximadamente 528 horas, valor bastante elevado comparado com o *takt time* de 5 horas previsto inicialmente. No entanto, deste tempo total, apenas 1.19%, 6 horas, é tempo de valor acrescentado, verificando-se que maior parte do tempo total de processamento são desperdícios, tanto de transporte, inventário, espera ou movimento.

Pode-se também verificar que os pontos mais críticos são os desperdícios de inventários: nos *stocks* de segurança de pré-triturados, triturados e de pré-lixados, onde há um tempo de espera de 43, 34 e 47 horas, respetivamente, mas principalmente no supermercado de semiacabados que apresenta um tempo de espera de 384 horas.

Adicionalmente, verifica-se que os restantes desperdícios são de transporte e tempo de espera na mudança de processos, o que pode ser agravado pelo *layout* atual das áreas em estudo. Ainda que estes tempos de espera não sejam tão elevados, estes desperdícios são recorrentes ao longo do fluxo, onde se observa um tempo de espera entre equipamentos de 4 e 8 horas.

Com base nesta informação, concluiu-se que há oportunidades de melhoria em diversas fases do processo produtivo. Assim, o foco deste projeto é a melhoria da eficiência no processo produtivo do semiacabado de base IN, com especial atenção nos equipamentos de pré-lixagem, prensagem e corte de bases.

3.3 *Layout* da área de aglomeração e componentes

Com o objetivo de melhor compreender a razão da existência de tantos desperdícios ao longo do processo produtivo, estudou-se o *layout* atual da área de aglomeração e componentes.

Através da observação da figura 6, onde está representado o *layout* atual da área de aglomeração e componentes, pode-se entender que existem bastantes desperdícios de transporte entre os equipamentos em estudo, nomeadamente entre os equipamentos de aglomeração, pré-lixagem e prensagem.

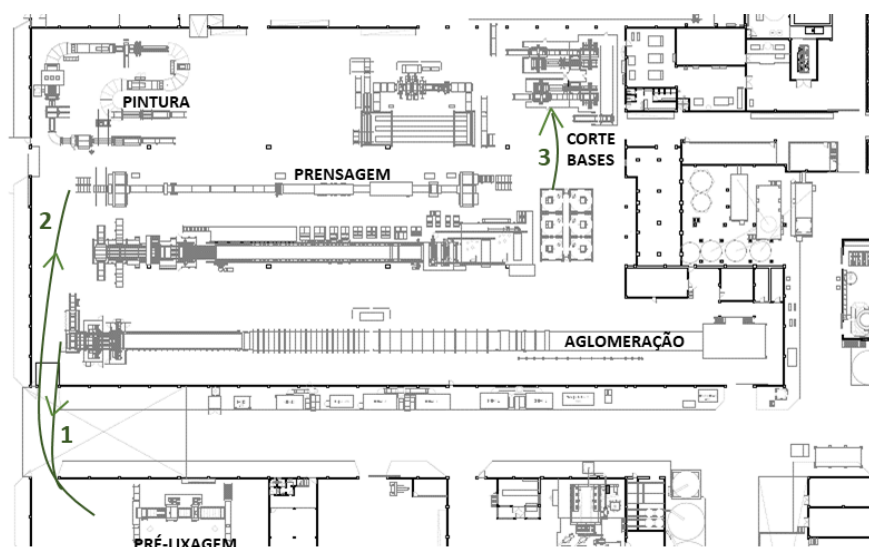


Figura 6 – Layout atual da área de aglomeração e componentes

O empilhador realiza cada um destes trajetos pelo menos 20 vezes por turno, perfazendo um total de 120 percursos em apenas um dia, gastando em média 20 e 25 segundos, respetivamente, no circuito 1 e 2. Assim, em apenas um dia, cerca de 90 minutos são gastos em transportes de empilhador entre equipamentos.

Logo, torna-se crucial tentar diminuir este tipo de desperdício, de forma a aumentar a eficiência geral do processo de produção.

3.4 Descrição do processo produtivo

Após alguns processos de preparação de matéria prima, os granulados e falca já tratados começam o processo de produção do semiacabado.

O processo produtivo inicia-se com a aglomeração que é dos mais significativos de todas as fases, uma vez que exige um conhecimento extensivo da matéria-prima e como é que esta reage em situações de temperatura, prensagem e contacto com outras substâncias. Através de uma balança de extração, os diferentes tipos de granulados são transportados desde os silos de triturados para uns de dimensão menor na área de aglomeração, de modo a fazer-se a mistura de material com base numa fórmula pré-definida.

Neste processo trabalham dois operadores: um operador à entrada da linha, responsável por todos os ensaios de granulometria, peso específico e humidade relativa dos triturados que aqui entram, bem como a monitorização de todos os parâmetros essenciais ao bom funcionamento do equipamento; e outro à saída que verifica a conformidade do material e temperatura das prensas.

Numa primeira fase, o primeiro operador extrai os diferentes tipos de triturados nas quantidades indicadas para criar a mistura de granulometrias descrita na fórmula. Estes granulados são extraídos dos silos da trituração para um silo mais pequeno na zona de aglomeração, onde é dada a vaporização.

De maneira ao produto final ser o mais regular possível, e como a cortiça é uma matéria prima cujas propriedades variam consoante a sua humidade relativa, é necessário garantir que todos os granulados têm pouca variabilidade de humidade para assegurar a uniformidade do produto. Assim, na vaporização, os granulados passam por uma secagem para que a humidade relativa seja diminuída e controlada para também aumentar a dureza do material.

Seguidamente, os triturados já secos são envolvidos em cola e podem dar entrada na linha de aglomeração através de uma alimentação automática. O tapete com granulados desliza

automaticamente para as prensas do processo: prensa quente e prensa fria. No final desta fase de prensagem, o material está pronto a ser cortado, deslocando-se para a fase de corte onde serras cortam o material nas dimensões necessárias, primeiro em comprimento e só depois em largura.

Finalmente, as bases são transportadas automaticamente para as paletes que se encontram na saída da linha. No final do procedimento, os tapetes voltam de forma automática para o início da linha de aglomeração para repetição o processo.

O *output* deste processo é o aglomerado de cortiça denominado IN. No final da aglomeração, o produto é sujeito a uma inspeção dimensional de espessura para garantir a sua conformidade consoante as especificações do material.

A etapa seguinte é a pré-lixagem, também chamada de calibração. À saída do processo de aglomeração as bases não apresentam uma espessura uniforme por toda a sua dimensão, sendo por isso necessária uma calibração para que o produto final seja o mais regular possível. Neste processo, as bases são lixadas tanto na parte inferior como superior.

O transporte entre equipamentos é realizado de empilhador, não havendo, no entanto, uma frequência pré-definida. O condutor do empilhador é responsável por garantir que todos os equipamentos têm material suficiente para não interromper o seu funcionamento, mas, como não têm uma rota definida, muitas vezes estes mostram-se desorganizados e perdidos no seu trabalho.

A linha, localizada num pavilhão exterior, é alimentada de forma automática ou manual, dependendo do tipo de aglomerado. A primeira máquina é constituída por duas cabeças de lixa que fazem uma primeira calibração na face inferior do aglomerado de cortiça. Na primeira são utilizadas lixas com um grão mais grosso, de modo a desgastar mais rapidamente o material. Na segunda utilizam-se lixas de grão mais fino para apenas uniformizar o trabalho feito na primeira cabeça.

Por outro lado, a segunda máquina apenas é constituída por uma cabeça de lixa também de grão mais fino que apenas calibra o material na sua parte superior, de modo a obter-se um acabamento mais uniforme.

Apesar das duas máquinas estarem interligadas, ambas podem ser reguladas de forma independente, sendo que cada uma tem o seu próprio painel de controlo. Deste modo, a versatilidade da linha é bastante superior, podendo haver produtos que apenas precisem de uma calibração superior ou inferior e não de ambas. O facto de a empresa estar constantemente a introduzir novos produtos no mercado também adiciona relevância a este aspeto. Cada painel de controlo permite controlar a altura das lixas e assim impedir que estas toquem nas placas se tal for necessário.

No final do processo, o tapete da linha transporta as placas para uma nova palete. Uma avaliação da espessura é realizada a uma das bases da palete final de modo a comprovar a qualidade do produto.

Todos os componentes deste equipamento estão visíveis na figura 7 onde se pode ver um esquema da linha de pré-lixagem.



Figura 7 - Esquema do equipamento de pré-lixagem

Seguidamente, as bases são transportadas, mais uma vez, de empilhador para o equipamento de prensagem. A linha, localizada no pavilhão interior perto do equipamento de aglomeração, é alimentada automaticamente quando diversas ventosas posicionam duas placas (uma do lado esquerdo e outra do lado direito) no tapete, como se pode verificar pela figura 8.

As placas são transportadas duas a duas pelo tapete, passando primeiramente por um rolo que lhes aplica cola na superfície superior. De seguida, passam por um túnel de secagem para que a cola seque mais rapidamente tornando todo o processo mais eficiente. Contudo, o objetivo do túnel não é secar a cola por completo, mas apenas em 80% para ainda se conseguir a aderência do decorativo ao aglomerado de cortiça.



Figura 8 - Alimentação automática do equipamento de prensagem



Figura 9 - Colocação de decorativo no equipamento de prensagem

Após a breve secagem, dois operadores, um de cada lado do tapete, posicionam à mão folhas decorativas na superfície superior das bases, como se pode constatar pela figura 9.

As operações seguintes são automáticas, uma vez que as placas com decorativo são sujeitas a duas ligeiras prensagens consecutivas, a quente e a frio. Cada conjunto de base com decorativo tem a sua especificação, sendo que a temperatura e pressão utilizada em cada prensa é programada inicialmente consoante o produto. É de realçar também que nem todos os produtos são prensados às duas temperaturas, por isso, tal como no processo de pré-lixagem, cada prensa pode ser programada de forma independente.

De igual forma, no final da linha de prensagem, várias ventosas retiram as placas do tapete colocando-as nas paletes respectivas, terminando assim este processo. Para além dos dois operadores que colocam o decorativo, também está presente mais um trabalhador que controla o sistema de alimentação e monitoriza a saída de material do processo, garantindo o bom funcionamento do equipamento e a qualidade do produto final.

Tal como acontecia no processo de calibração, uma placa por palete é sujeita a uma medição de espessura no final do processo, de modo a aferir-se a conformidade do material. Todos os componentes deste equipamento estão visíveis na figura 10 onde se pode ver um esquema da linha de prensagem.



Figura 10 - Esquema do equipamento de prensagem

Normalmente, o decorativo de cortiça, proveniente da UI Lourosa, tem dimensões ligeiramente superiores à base, portanto, no final da prensagem, o produto não é uniforme observando-se um excedente de decorativo. Assim, para uniformizar o produto é necessário o corte de bases para aparar as laterais e assim homogeneizar as dimensões do material. Neste tipo de aglomerados, o corte é feito nos quatro lados da placa. Mais uma vez, o transporte é realizado de empilhador entre os equipamentos, sendo que é sempre o condutor que decide qual o melhor momento para realizar este transporte.

A zona de alimentação da máquina alberga duas paletes posicionadas lado a lado. Um conjunto de cerca de 10 a 11 bases, chamado de *pack*, é transportado para o tapete automático com a ajuda de pinças próprias para esse efeito.

Seguidamente, o *pack* de bases é conduzido para o interior da máquina de corte, onde quatro serras apararam o aglomerado de cortiça em toda a sua dimensão. O *pack* segue o seu caminho de volta à palete que o espera no final do tapete automático do processo.

Após a palete estar de novo completa, o material segue para o processo de lixagem de preparação para acabamento final. Todos os componentes deste processo estão visíveis na figura 11, onde se pode ver um esquema da linha de corte de bases.



Figura 11 - Esquema do equipamento de corte de bases

Para finalizar o semiacabado, o produto necessita ainda de ser submetido a uma breve lixagem de acabamento superficial, de modo a prepará-lo para o acabamento final a que será submetido posteriormente. No final do processo de lixagem, todos os semiacabados abastecem um supermercado, para que possam ser utilizados nos diversos processos de acabamento final aquando a procura assim o exige.

É de realçar que todos os operadores presentes nos diversos processos são também responsáveis pela deteção de desvios da qualidade ao longo da produção e no final de cada processo. Nenhum material rejeitado é desperdiçado. Se por alguma razão algum artigo é considerado como não-conforme (falhas no material, rasgos, desvio na espessura final, excesso/falta de cola, etc.), todo o material é reaproveitado: pode ser re-triturado e utilizado outra vez na produção de bases ou queimado e utilizado para geração de energia, minimizando-se assim todos os desperdícios de material no processo produtivo.

3.5 Análise do desempenho atual

Primeiramente, para se estudar o desempenho dos operadores aquando a realização das suas atividades, fizeram-se algumas observações em diferentes turnos, de forma a detetar alguma desorganização ou variabilidade na maneira como os trabalhadores realizam o seu trabalho.

De facto, em todos os equipamentos observou-se bastante variabilidade na realização das mesmas tarefas. A atividade que se mostrou mais inconstante foi, efetivamente, a de autocontrolo, uma vez que diferentes operadores a realiza com frequências diferentes apesar de haver um plano de autocontrolo bem definido. A principal razão para este acontecimento é o facto deste plano não estar visível a todos os operadores, mostrando também a falta de formação dos mesmos.

Da mesma forma, também o método de alimentação do equipamento de pré-lixagem é realizado de maneira muito variável, dependendo do operador. Cada tipo de material exige um tipo de alimentação próprio, o que, obviamente, influencia o rendimento do equipamento quando a alimentação realizada não é a devida. No entanto, como esta informação não está definida, cada operador escolhe o tipo de alimentação que acha mais adequada, criando inconsistências na eficiência deste equipamento.

Seguidamente, para se avaliar o desempenho atual dos equipamentos em estudo analisou-se o *overall equipment effectiveness* (OEE), de maneira a estudar qual o desempenho produtivo atual em cada equipamento.

O estudo foi realizado para os equipamentos de pré-lixagem, prensagem e corte de bases, desde a segunda semana de 2019, 6 a 12 de janeiro, até à última semana de março do mesmo ano, 24 a 30 de março, perfazendo um total de 12 semanas avaliadas. Este período de amostragem foi escolhido devido ao facto de se ter incluído um novo produto no mercado no fim do ano de 2018.

O OEE geral de cada equipamento está apresentado no gráfico 1 analisado de seguida. Primeiramente, é notório que o indicador do equipamento de pré-lixagem está bastante abaixo das restantes, tendo um OEE médio de 37% ao longo das 12 semanas avaliadas.

Por outro lado, com um indicador médio de 73% e 83%, os equipamentos de prensagem e corte de bases, respetivamente, demonstram que, apesar de alguma instabilidade, o indicador tem tendência positiva.

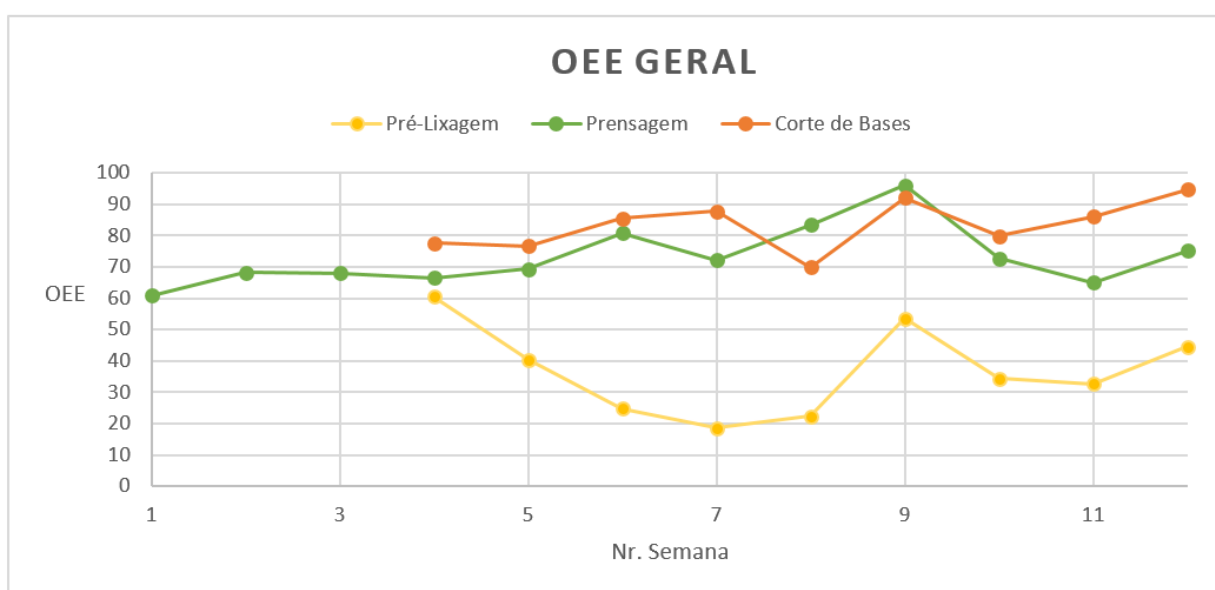


Gráfico 1 - OEE geral dos equipamentos em estudo

Para estudar as razões destas inconsistências, desdobrou-se o OEE dos equipamentos para averiguar os indicadores de disponibilidade, rendimento e qualidade. Para isso, é necessário referir que, na Amorim Revestimentos, S.A., existem três grupos de paragens: as planeadas, as programadas e as não programadas. Os grupos e tipo de paragens que podem afetar a disponibilidade dos equipamentos podem ser observados através da tabela 1.

Tabela 1 - Grupos e tipos de paragens

Grupo de Paragem	Tipo de Paragem
Paragens Planeadas	FPF - Falta de Plano de Fabrico
Paragens Programadas	MPT - Manutenção Preventiva
	Melhorias
	Formação
	Arranque/Paragem máquina
Paragens Não Programadas	SFR - Substituição Ferramentas
	Absentismo

Avarias
 Setup
 Retrabalho
 Diversos
 Falta de Energia
 Falta de Material

Como a Amorim Revestimentos não trabalha sete dias por semana e como alguns equipamentos não operam a três turnos, é necessário haver uma paragem de “Arranque/Paragem de máquina”, que se refere ao tempo que os operadores demoram a arrancar o equipamento para dar início à produção, quando este estava em descanso, ou ao tempo que os trabalhadores demoram a parar a máquina para descanso, quando esta estava em funcionamento. Esta paragem não pode ser confundida com *setup*, uma vez que não se trata de uma mudança de produção, mas sim de um arranque ou paragem isolada.

Relativamente ao absentismo, tal paragem acontece quando um operador não comparece a trabalhar e a sua ausência compromete o funcionamento planeado do equipamento.

3.5.1 Pré-lixagem

De maneira a entender o porquê do OEE do equipamento de pré-lixagem ser tão reduzido, desdobrou-se o indicador nos seus três componentes, disponibilidade, rendimento e qualidade, também durante o período de estudo.

Os resultados são apresentados no gráfico 2, onde a qualidade ganha destaque com o indicador próximo de 100%, revelando que neste equipamento, ao longo das semanas examinadas, não houve desperdícios relacionados com não-conformidades do material.

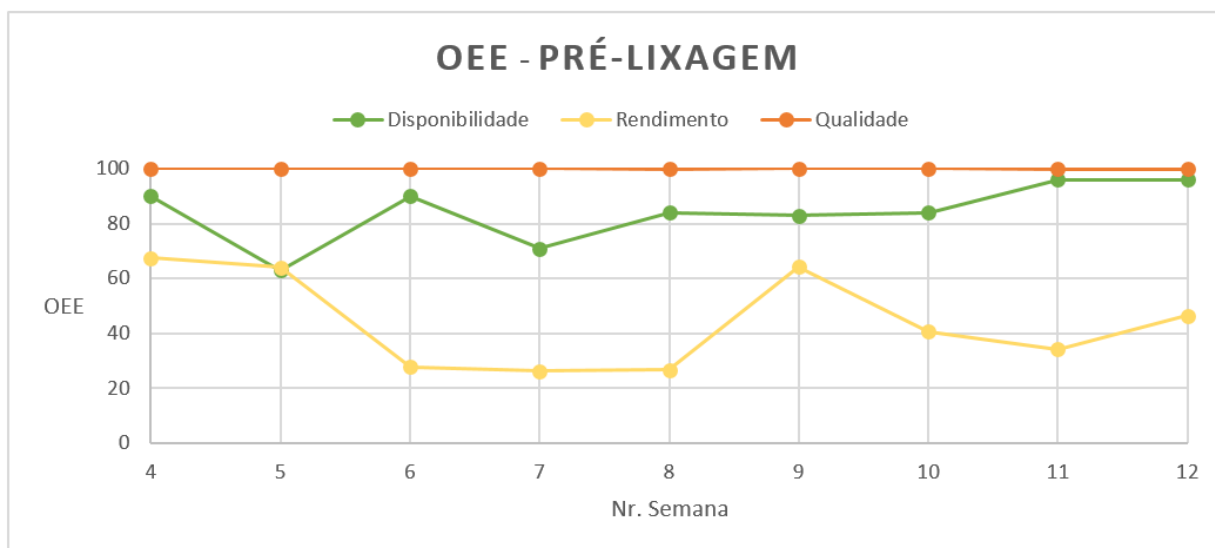


Gráfico 2 - OEE do equipamento de pré-lixagem

Analisando de seguida a disponibilidade, apesar de alguma instabilidade nas primeiras semanas do ano, o indicador revela uma tendência crescente, obtendo-se uma média de 84% ao longo das semanas estudadas. Ainda assim, para avaliar qual o tipo de paragem que mais influencia a disponibilidade do equipamento, desenvolveu-se um diagrama pareto de paragens para as mesmas semanas de estudo.

Através da visualização do gráfico 3, pode-se aferir que cerca de 35% das paragens observadas são devido a avarias no equipamento. Este fator pode ser agravado pelo simples

facto deste equipamento não ter um plano de manutenção autónoma, o que iria permitir aos operadores detetar anomalias prematuramente e assim evitar algumas paragens por avaria.

Neste equipamento, para além da ausência de manutenção autónoma, também não existe um plano de manutenção preventiva, sendo que o único tipo de manutenção realizada é a corretiva.

Adicionalmente, o tempo de *setup* é a segunda maior causa de perda de disponibilidade, demonstrando haver um grande desperdício de tempo na mudança de produção. Com as encomendas de clientes cada vez de ordem mais reduzida, torna-se crucial que este tempo de *setup* seja minimizado ao máximo para que não prejudique a eficiência do equipamento e o cumprimento das datas de entrega.

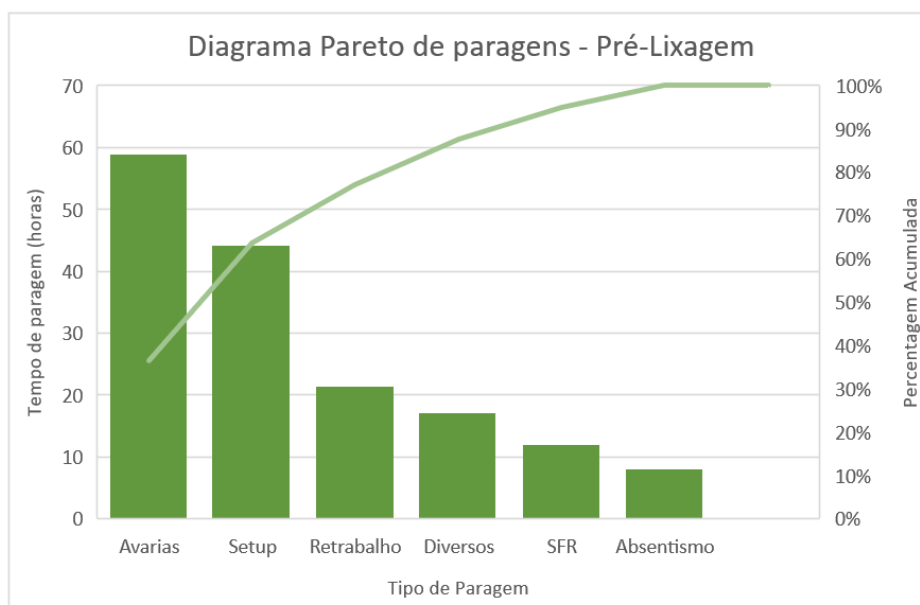


Gráfico 3 - Diagrama pareto de paragens para o equipamento de pré-lixagem

Finalmente, o rendimento é o indicador mais baixo com uma média de 44%, tendo chegado a valores de 26% nas semanas 6 a 8. Assim, conclui-se que o OEE geral do equipamento é bastante afetado pela falta de rendimento do mesmo.

Para entender a razão de o rendimento ser tão reduzido, analisou-se o trabalho do operador durante um turno, incluindo os registos de produção que são preenchidos obrigatoriamente.

O cálculo do OEE é feito de forma automática após introdução dos dados do registo de produção no sistema, tais como a quantidade produzida em m² e respetivo tempo de produção. O sistema de registos compara estes dados com a cadência teórica para essa mesma atividade, calculando assim o indicador de rendimento do equipamento.

Após estudar os registos de produção verificou-se que, por vezes, o código de tarefa introduzido pelos operadores não coincide com a tarefa realizada. Cada código tem uma tarefa e uma cadência teórica associada, logo, quando o código não é introduzido corretamente os rendimentos calculados não correspondem à realidade.

Adicionalmente, constatou-se que as cadências teóricas para algumas atividades não estavam corretas e que algumas atividades realizadas no equipamento não tinham sequer código associado, o que mais uma vez influencia o rendimento do equipamento.

Conclui-se então que os dados analisados não traduzem a realidade da empresa. Os indicadores calculados não são fiáveis, induzindo em erro as decisões que são tomadas tendo por base o OEE do equipamento.

3.5.2 Prensagem

De igual forma, para analisar a instabilidade do OEE do equipamento de prensagem, desdobrou-se o OEE nos seus componentes, disponibilidade, rendimento e qualidade, para as 12 semanas estudadas.

Os resultados são apresentados no gráfico 4, onde mais uma vez a qualidade apresenta um resultado de aproximadamente 100%. Por outro lado, tanto a disponibilidade como o rendimento mostram-se bastante instáveis ao longo das semanas avaliadas.

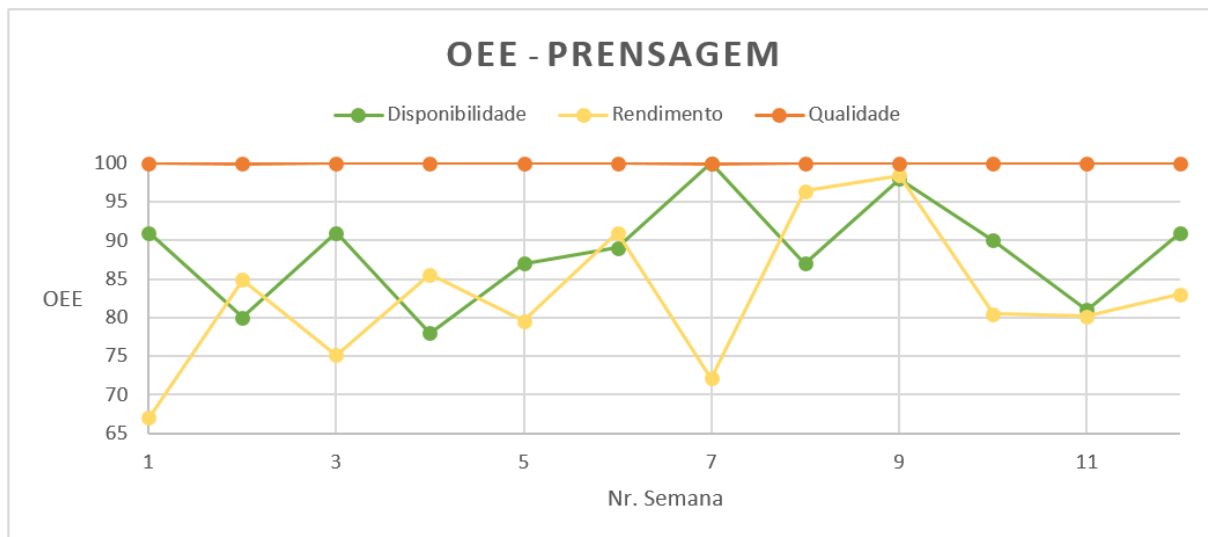


Gráfico 4 - OEE do equipamento de prensagem

Da mesma forma, desenvolveu-se um diagrama pareto de paragens para este equipamento nas mesmas semanas estudadas, para averiguar as principais causas da instabilidade do indicador de disponibilidade. Através da visualização do gráfico 5, pode-se constatar que, mais uma vez, as avarias são a principal paragem que prejudica a disponibilidade do equipamento.

O equipamento de prensagem possui um plano de manutenção autónoma, no entanto, este não é cumprido pelos operadores. Quando inquiridos acerca deste assunto, todos afirmaram que o plano é demasiado extenso e complicado e não se adequa à realidade do chão de fábrica, uma vez que lhes ocupa demasiado tempo durante um turno, impedindo-os de realizar as restantes atividades previstas e necessárias. Assim, os operadores não conseguem, mais uma vez, detetar as anomalias no equipamento prematuramente e evitar paragens por avaria.

Adicionalmente, também para este equipamento não existe nenhum tipo de manutenção preventiva, de segundo ou terceiro nível, apenas corretiva.

Em segundo lugar, os *setups* ocupam 26% das paragens registadas. Este equipamento é utilizado na produção de quase todos os semiacabados, sendo então necessário um planeamento bastante eficiente para minimizar paragens por mudança de produção. No entanto, ainda se verificam muitas paragens devido a *setups*, o que prejudica o indicador de disponibilidade deste equipamento.

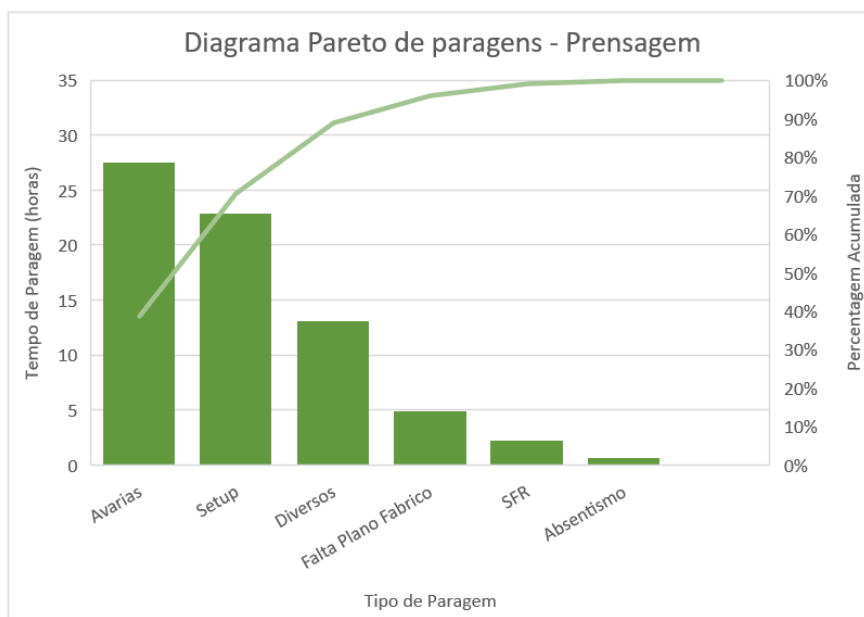


Gráfico 5 - Diagrama pareto de paragem para o equipamento de prensagem

3.5.3 Corte de Bases

O equipamento de corte de bases é o que apresenta um OEE mais regular ao longo das semanas estudadas. Após o desdobramento do indicador geral, pode-se aferir através da visualização do gráfico 6 que, uma vez mais, a qualidade apresenta a percentagem mais elevada com 100% constante ao longo do período de estudo.

Por sua vez, apesar de alguma ligeira instabilidade, tanto o rendimento como a disponibilidade têm uma tendência crescente, com todos os indicadores acima de 90% nas duas últimas semanas de estudo.

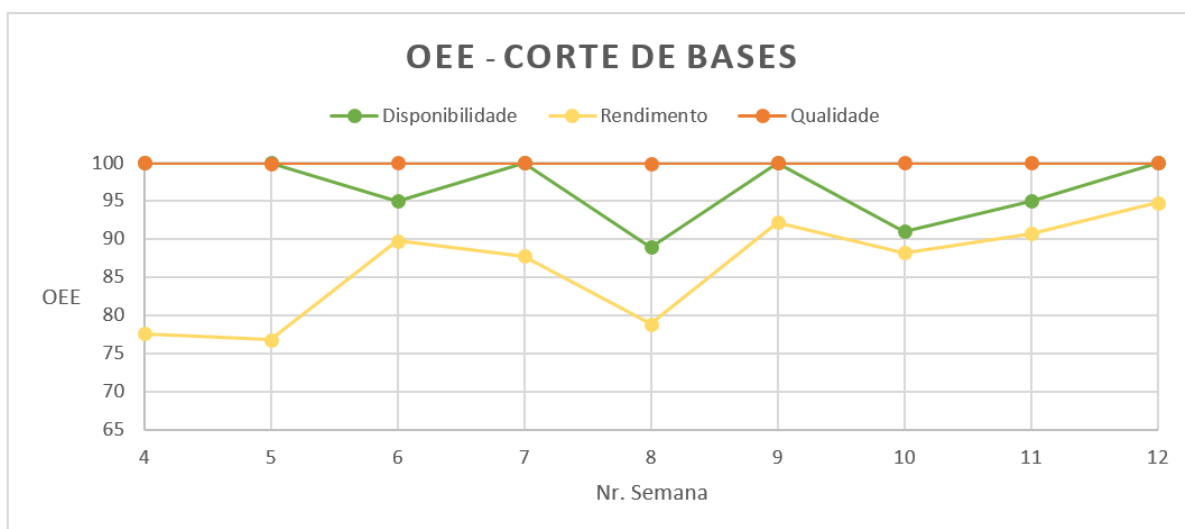


Gráfico 6 - OEE do equipamento de corte de bases

3.6 Identificação dos problemas

Após uma análise geral do processo de produção do semiacabado de base IN e de um estudo mais aprofundado a cada equipamento em estudo, pode-se aferir que existem diversos problemas ao longo do processo produtivo.

Primeiramente, o *layout* da área de aglomeração e componentes não é o mais adequado verificando-se diversos desperdícios de transporte entre equipamentos.

Aquando o estudo da situação inicial, observou-se que os operadores apresentam um trabalho desorganizado e não padronizado, o que influencia a eficiência das operações e pode gerar inconsistências no produto final.

Relativamente ao desempenho dos equipamentos, o rendimento do equipamento de pré-lixagem destaca-se por se encontrar bastante abaixo do aceitável. Observou-se, então, que os registos que estão por base deste cálculo não são fiáveis e não transparecem a realidade do equipamento. Este facto também é agravado pela falta de padronização de trabalho dos operadores.

Finalmente, analisando a disponibilidade dos equipamentos, constata-se que as avarias são a principal causa de paragens dos equipamentos de pré-lixagem e prensagem, seguido dos tempos de paragem por *setup* que limitam a flexibilidade da produção e a eficiência geral do processo de produção.

4 Soluções Propostas e Análise de Resultados

Nesta secção serão expostas as soluções propostas para resolução dos problemas identificados no capítulo anterior e respetiva análise de resultados.

Em primeiro lugar foi estudada uma possível mudança de *layout* do departamento de aglomeração e componentes com o objetivo de diminuir os desperdícios de transporte entre equipamentos.

Para garantir a invariabilidade das tarefas a realizar em cada equipamento e assim propiciar o aumento de eficiência dos operadores e, conseqüentemente, dos equipamentos, padronizaram-se as atividades de cada trabalhador dos três equipamentos.

Com o objetivo de tornar o indicador de rendimento do equipamento de pré-lixagem fidedigno, ajustaram-se as atividades já existentes e acrescentaram-se novas tarefas no sistema de registos, de forma a que o cálculo do indicador seja verídico e fiável.

Adicionalmente, de maneira a aumentar a disponibilidade do equipamento de prensagem, aplicou-se o método SMED para se conseguir uma diminuição dos tempos de *setup* neste equipamento.

Como as principais causas de perda de disponibilidade dos equipamentos de pré-lixagem e prensagem são os tempos de paragem por avaria, desenvolveu-se planos de manutenção autónoma com atividades que os operadores podem realizar semanalmente com o objetivo aumentar a fiabilidade dos equipamentos, retardando ou eliminando as avarias do mesmo, e assim aumentar a disponibilidade dos equipamentos e servir como apoio ao departamento de manutenção.

Finalmente, num contexto de trabalho adicional, estendeu-se as mesmas ações de melhoria aos restantes equipamentos do processo de produção: equipamento de aglomeração e lixagem. Padronizou-se o trabalho dos operadores dos equipamentos de aglomeração, balanceando as atividades de toda a equipa para se conseguir um equilíbrio a nível de funções e, da mesma forma que no equipamento de pré-lixagem, também foram tomadas medidas para aumentar a fiabilidade do indicador do rendimento do equipamento de lixagem.

4.1 Mudança de *layout* na área de aglomeração e componentes

Para haver uma diminuição dos desperdícios de transporte entre equipamentos, analisou-se uma hipótese de mudança de *layout* que torne mais eficiente o processo produtivo. Assim, estudou-se uma nova disposição de fábrica que aumentasse a eficiência deste processo.

O equipamento de pintura irá ser deslocado para outra Unidade Industrial, logo surgiu a oportunidade de estudar a diminuição de desperdícios caso o equipamento de pré-lixagem estivesse localizado neste espaço. O *layout* recomendado está representado na figura 12.

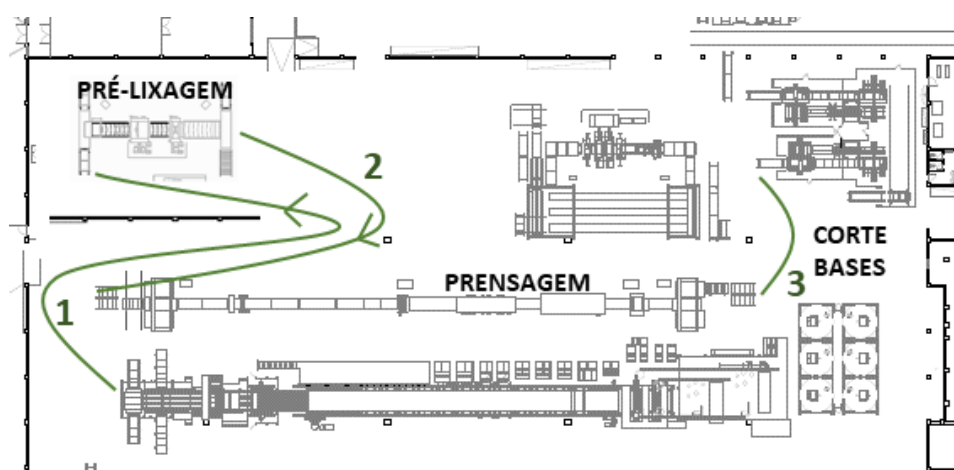


Figura 12 - Layout recomendado para o departamento de componentes

Com esta nova organização de espaço as deslocações entre processos são reduzidas substancialmente diminuindo-se os desperdícios de transporte de material. Através da tabela 2 pode-se visualizar os tempos de deslocação de empilhador entre os equipamentos, antes e depois da modificação, e que, em caso de implementação, haverá uma redução de 40% do tempo de transporte.

Os novos tempos foram cronometrados com a ajuda de um condutor de empilhador que simulou as rotas traçadas. Os percursos foram realizados 10 vezes, sendo que o tempo utilizado nos cálculos foi a média das observações. É de realçar que apenas o tempo de transporte entre equipamentos foi alvo de estudo, não se contabilizando a duração de pegar e pousar a paleta, uma vez que este tempo é equivalente a todos os equipamentos não influenciando, portanto, esta análise.

Tabela 2 - Transporte de material entre equipamentos no *layout* atual e recomendado

Trajeto nº	Duração (s)	Duração (s)	Redução
	Layout atual	Layout recomendado	
1	20	15	↓ 40%
2	25	12	
TOTAL	45	27	

Assim, com o *layout* recomendado conseguir-se-ia uma melhoria da eficiência do processo produtivo do semiacabado em estudo através da diminuição do tempo de transporte de material entre equipamentos.

Esta nova organização de espaço também resultaria numa redução de custos. Considerando o custo de oportunidade da redução do tempo de tarefas, obtido considerando o custo por hora do condutor de empilhador, 8€/hora, e a poupança de combustível que se consegue através da diminuição do trajeto (preço combustível: 4.692 €/hora), obtém-se uma poupança anual de 1344.51€ euros, apenas com a diminuição de desperdícios de transporte em dois trajetos.

Na tabela 3 está representado um resumo deste estudo para os dois trajetos em conjunto. Para isto, teve-se em conta que um ano tem 227 dias de trabalho.

Tabela 3 – Poupança anual conseguida com a nova disposição de fábrica

Nº trajetos/dia	Nº trajetos/ano	Tempo poupado/ano (horas)	Poupança anual (€)
120	27240	106	1344.51

É de realçar que este estudo apenas foi realizado para dois trajetos em toda a empresa, o que demonstra a importância do *layout* de uma fábrica na eliminação de desperdícios de transporte e enfatiza a redução de custos que se obteria se tal estudo fosse realizado a um nível geral do chão de fábrica.

A proposta foi aceite pela gestão de departamento e da área de operações, no entanto, uma vez que uma mudança de *layout* é uma atividade dispendiosa e que implica uma paragem do chão de fábrica, tal não foi ainda executado.

Após implementação será ainda necessário validar os resultados obtidos e garantir que os objetivos desta análise foram cumpridos.

4.2 Padronização de atividades

Aquando o estudo da situação inicial observou-se que algumas das atividades não eram realizadas da mesma maneira por todos os operadores, o que se torna um problema nomeadamente em atividades que afetam diretamente o rendimento dos equipamentos.

Um exemplo concreto deste problema é o modo de alimentação de placas no equipamento de pré-lixagem. Por vezes, para o mesmo material, operadores diferentes optam por alimentações distintas o que tem um impacto direto no rendimento deste equipamento, uma vez que a cadência teórica tem por base uma alimentação específica.

Assim surgiu a necessidade de se padronizar as tarefas e garantir a uniformização do trabalho dos operadores. Para tal, o primeiro passo é entender quais as tarefas em rotina durante um turno.

Relativamente ao processo de pré-lixagem, definiu-se de imediato o tipo de alimentação mais correto para cada tipo de material e assim evitar variabilidades no processo. De maneira a se escolher o método mais correto, estudou-se o impacto de cada um na qualidade do material, observando-se que alguns métodos, apesar da conformidade do material, faziam com que os aglomerados ficassem com algumas marcas do equipamento.

Adicionalmente, teve-se em conta o esforço da máquina necessário para cada tipo de alimentação, numa tentativa de se conservar o estado do equipamento. Com base nestes fatores, conseguiu-se definir o tipo de alimentação mais adequado para cada tipo aglomerado.

Para que todas as atividades fossem padronizadas nos três equipamentos e garantir que todos os operadores trabalham de forma semelhante, desenvolveu-se cartões onde estão descritas as tarefas a realizar no turno, incluindo o plano de controlo que tem de ser cumprido.

Os planos de autocontrolo obrigatórios foram inseridos nos cartões numa cor vibrante, incluindo as principais frequências a serem cumpridas, de maneira a que chame a atenção do operador. Os cartões desenvolvidos estão localizados nas mesas de controlo dos equipamentos para que possam ser de fácil acesso a todos os operadores durante o dia de trabalho, tal como pode ser observado pela figura 13.

Adicionalmente, foi dado a conhecer a todos os operadores a existência do cartão e o seu principal objetivo, chamando a atenção para as frequências do autocontrolo e modos de alimentação do equipamento de pré-lixagem que agora se encontram bem definidas e visíveis a todos.

Os cartões de atividades funcionam como instruções de trabalho, mostrando qual a sequência das tarefas a realizar. Os cartões das atividades para os equipamentos de pré-lixagem, prensagem e corte de bases estão representados com maior detalhe nas figuras A1, A2 e A3, respetivamente, do Anexo A.

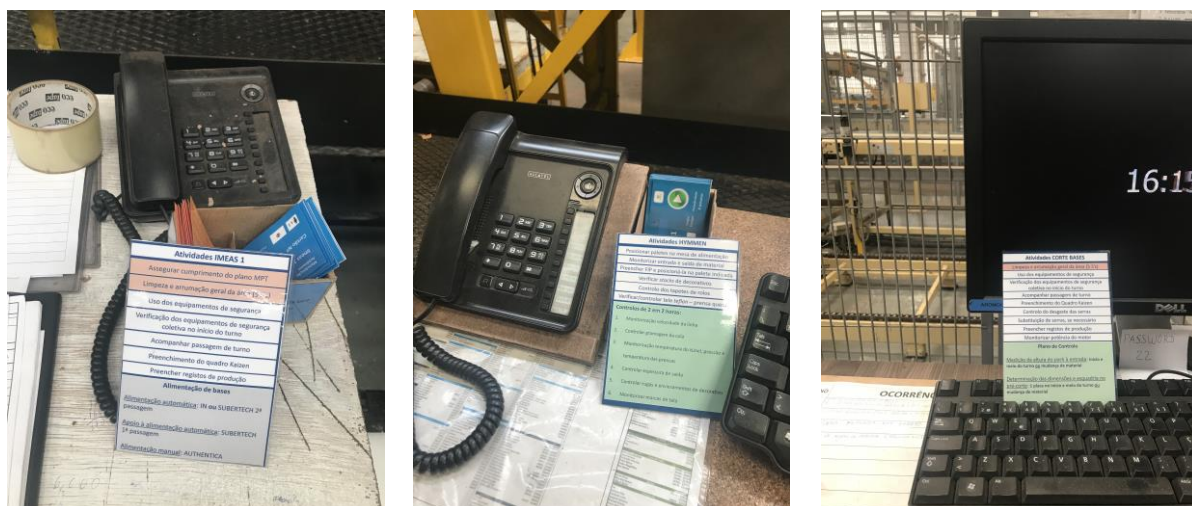


Figura 13 – Cartões de padronização de atividades nas mesas de controlo dos equipamentos

Em contexto de trabalho adicional, decidiu-se estender-se este estudo aos equipamentos do departamento de aglomeração. O departamento de aglomeração é constituído por dois equipamentos, sendo que cada um deles é operado por dois trabalhadores, tal como se pode verificar pela figura 14.

Uma vez que um equipamento (equipamento 1) é recente com bastantes avarias e em fase de estabilização, e o segundo (equipamento 2) já tem o processo estabilizado, surgiu a oportunidade de se verificar se existe a hipótese de balancear as atividades entre a equipa de trabalho, e padronizar as atividades de cada operador. Este estudo foca-se somente nas atividades dos operadores de entrada dos equipamentos, sinalizados por um círculo na figura 14.

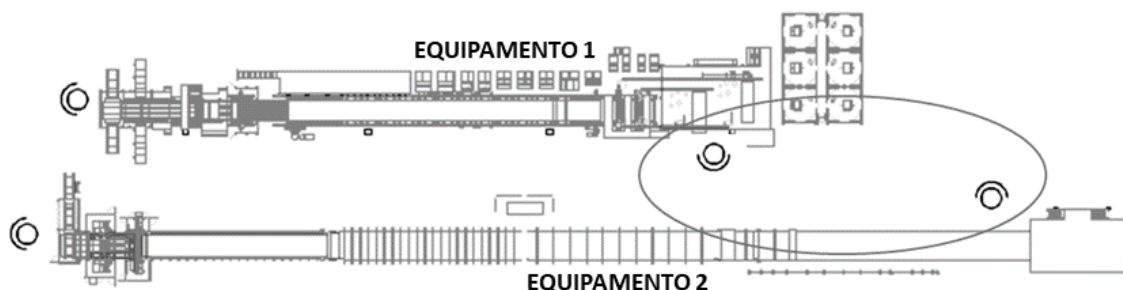


Figura 14 - Disposição de operadores nos equipamentos de aglomeração

Em primeiro lugar foi necessário averiguar qual a ocupação atual destes operadores. Para isso, todas as tarefas a realizar durante um turno foram listadas consoante o plano de controlo pré-definido e, de seguida, os trabalhadores foram acompanhados durante algumas horas de modo a apurar a frequência e duração de cada atividade. As duas listas de atividades, bem como as frequências e durações podem ser visualizadas nas figuras B1 e B2 do Anexo B, respetivamente para o operador do equipamento 1 e 2.

Com base no trabalho de campo foi possível calcular a ocupação total destes operadores num turno, obtendo-se uma ocupação total de 62% e 55%, para o equipamento 1 e 2, respetivamente. Com estes resultados pode-se verificar que é impossível reduzir um trabalhador nesta área, mantendo as tarefas com as frequências e durações atuais.

No entanto, também se observou que algumas das tarefas realizadas são resultado da instabilidade do equipamento e que podem ser resolvidas pelo departamento de manutenção e assim diminuir a ocupação dos operadores. Da mesma forma, algumas tarefas de

monitorização de parâmetros têm, atualmente, uma frequência exagerada e escusada, aumentando a ocupação do trabalhador desnecessariamente. Todas estas atividades estão visíveis na tabela 4.

Tabela 4 – Tarefas que resultam da instabilidade do equipamento de aglomeração

Atividade	Frequência (min)	Duração (s)
Monitorização da espessura do produto e de outros parâmetros	5	20
Aplicação de desmoldante na cinta	240	1800
Monitorização dos rolos das prensas	45	30
Monitorização dos níveis de MP	5	20
Garantir fluxo de MP - Silo 5	70	120

De maneira a comprovar a ocupação obtida, uma vez que esta foi conseguida com base em observações pontuais e não de um turno contínuo, desenvolveu-se um desenho de experiência para ambos os trabalhadores com base nas frequências e durações adquiridas anteriormente, onde se pretende experimentar um novo *standard work*. Como as atividades de monitorização tinham frequências exageradas, estas foram diminuídas nesta experiência, de modo a testar a sua viabilidade de maneira a não prejudicar a qualidade do produto.

Paralelamente, um estudo similar estava a ser feito nos restantes dois operadores, tendo em vista verificar se era possível que as tarefas dos operadores de saída das duas linhas pudessem ser acumuladas por um único trabalhador. Os dois estudos foram interligados, onde se concluiu que era possível a diminuição de um trabalhador nessa área, com a condição de haver uma redistribuição de tarefas por todos os operadores.

Assim, algumas das tarefas do operador de saída teriam de passar a ser realizadas por um dos operadores da entrada, nomeadamente as atividades de realização de autocontrolo e abastecimento do depósito de desmoldante do equipamento.

De maneira a ocupação ser o mais próxima possível entre operadores, decidiu-se que o cumprimento de plano de controlo passaria a ser realizado pelo operador do equipamento 1, uma vez que este é o chefe de equipa e deveria ser o responsável por garantir a conformidade do material da sua área.

É de salientar que, como as atividades do operador do equipamento 2 são de elevada relevância e influenciam diretamente toda a produção do equipamento, a gestão mostrou-se reticente em aumentar bastante a sua ocupação. Assim, apenas se adicionou a atividade de abastecimento de depósito de desmoldante à lista de responsabilidades deste trabalhador.

As novas instruções de trabalho foram testadas e verificadas, afirmando o sucesso do estudo. Com as frequências de monitorização ajustadas, os operadores ficaram com mais tempo livre para outras atividades, possibilitando a redução de um operador na área de aglomeração.

É de realçar que, aquando a nova instrução de trabalho, algumas tarefas que poderiam ser solucionadas pela manutenção ainda continuam por resolver, significando que a ocupação dos trabalhadores ainda poderá ser reduzida, havendo a hipótese de ser necessário realizar um novo estudo. Após o balanceamento das atividades, a ocupação dos operadores dos equipamentos 1 e 2 subiu, respetivamente, para 80% e 58%.

Para padronizar as atividades dos operadores, as atividades a realizar durante um turno e as frequências mais importantes foram dispostas num cartão com instruções de trabalho e colocado nas mesas de controlo dos dois trabalhadores, tal como pode ser visualizado na figura 15. Como o trabalho destes operadores implica algumas deslocações em volta dos

equipamentos, optou-se por não ter estas instruções de trabalho fixas, mas sim num cartão pequeno e de fácil mobilidade.

Assim, as atividades a realizar estão acessíveis a todos os operadores dos três turnos. Estes cartões podem ser observados com mais detalhe nas figuras C1 e C2 do Anexo C, respetivamente para os operadores do equipamento 1 e 2.

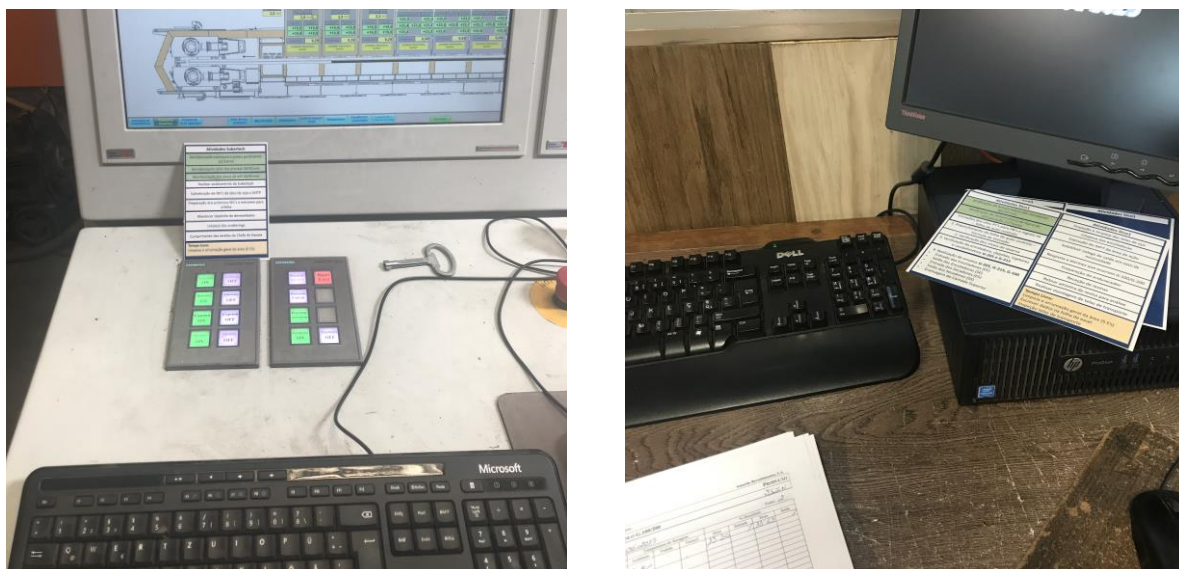


Figura 15 – Cartões de padronização de atividades nas mesas de controlo nos equipamentos de aglomeração

4.3 Ajuste de atividades no sistema de registos

Após o estudo primordial dos equipamentos analisou-se que o indicador de rendimento não era fiável, uma vez que os registos realizados pelos operadores não estavam corretos o que influencia diretamente o cálculo do indicador.

Assim, para que o rendimento calculado registre a eficiência real do equipamento, reuniu-se todas as atividades existentes no sistema de registos, bem como os códigos e cadências teóricas associadas. Foram feitas novas cronometragens para se comprovar os tempos no sistema, e, se necessário, ajustar as cadências já existentes.

Sempre que uma tarefa sem código associado era realizada, os operadores registavam-na como se fosse outra atividade, provocando que o rendimento fosse calculado com uma cadência teórica errada. Por essa mesma razão, novas tarefas foram adicionadas ao sistema de registos, possibilitando aos operadores registar as atividades corretamente, sem que se prejudique o rendimento do equipamento.

Na tabela 4 está apresentada a atividade cuja cadência no sistema não estava correta, incluindo a cadência ajustada e o impacto que tal modificação tem no OEE do equipamento. Também, representada com um asterisco, está a atividade que foi adicionada ao sistema de registos.

Tabela 5 - Lista de tarefas do equipamento de pré-lixagem no sistema de registos

Tarefa	m ² /hora	m ² /hora ajustado	Impacto OEE
Lixar <i>Subertech</i>	1563	1253	+20%
*Lixar <i>Authentica</i>	1757	1323	+25%

Adicionalmente, tal como o equipamento de pré-lixagem, também o de lixagem sofre de um OEE relativamente baixo durante as 20 primeiras semanas do ano de 2019, como se pode constatar através do gráfico 7. Após o desdobramento do OEE para as mesmas semanas,

representado no gráfico 8, pode-se verificar que, tal como para a pré-lixagem, o rendimento é o indicador mais reduzido chegando até aos 10% na semana 18.

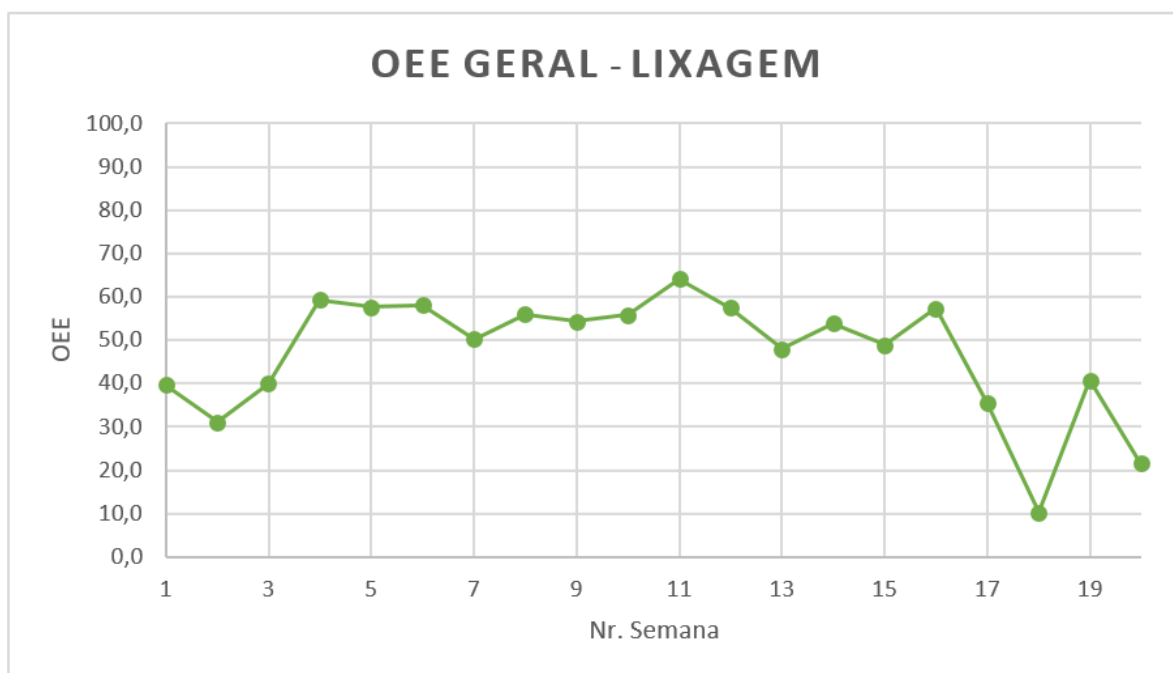


Gráfico 7 - OEE geral do equipamento de lixagem

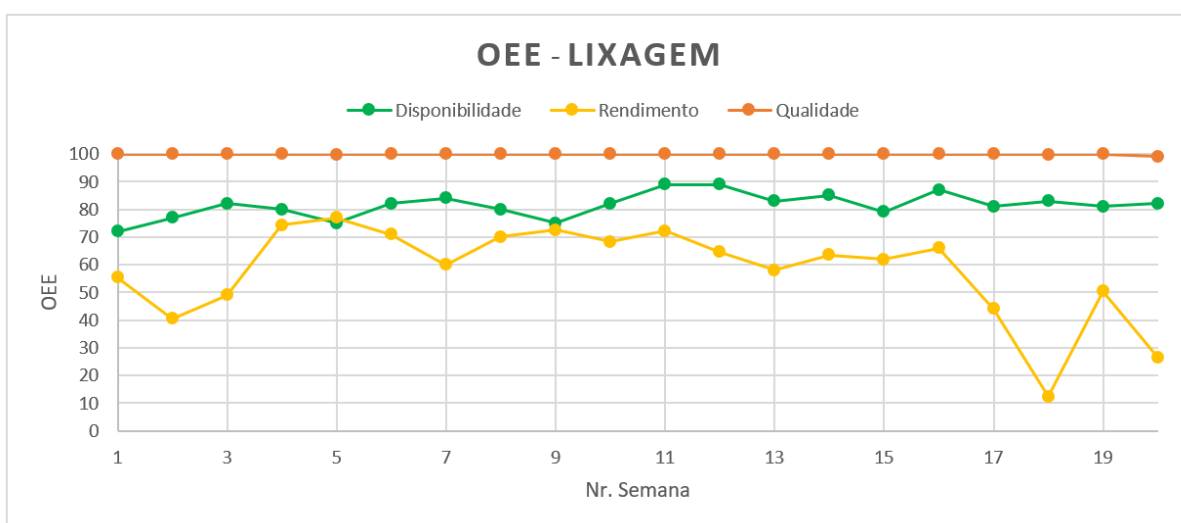


Gráfico 8 - Desdobramento do OEE do equipamento de lixagem

Primeiramente, tal como para o equipamento de pré-lixagem, algumas das cadências utilizadas no sistema para o cálculo de rendimento foram novamente contabilizadas, de maneira a entender se estas realmente coincidem com a realidade ou se estão a comprometer o indicador de rendimento. Verificou-se que havia desvios bastante significativos que estavam, de facto, a comprometer os resultados.

Verificou-se também que algumas das atividades realizadas no equipamento estavam a ser registadas no código de tarefa errado, o que despoleta um registo de produção e consequente rendimento que não coincide com a realidade.

Mais uma vez, a razão para este acontecimento deve-se não só à falta de formação dos operadores, como à existência de tarefas ainda sem código associado. Deste modo, criaram-se mais duas tarefas no sistema para que seja possível a introdução de valores que resultem em indicadores que realmente transpareçam a realidade.

Na tabela 6 estão representadas as tarefas cuja cadência no sistema sofreu alteração, bem como, assinaladas com um asterisco, as tarefas que foram adicionadas ao sistema de registos. Também está representado o impacto que estas modificações têm no OEE do equipamento.

Tabela 6 - Tarefas do equipamento de lixagem no sistema de registos

Tarefa	m ² /hora	m ² /hora ajustada	Impacto OEE
Lixar NRT 1200	1449	1250	+13.7%
Lixar Dec. 900	1004	1250	-24.5%
Lixar Dec. 1200	1537	1641	-6.8%
*Lixar <i>Core Subertech</i>	1563	1169	+25%
*Lixar <i>Deckwall</i>	1004	1255	-25%
*Lixar <i>Cork Parquet</i>	1004	1322	-30%

Ao contrário do equipamento de pré-lixagem, pode-se aferir, através da tabela 6, que neste equipamento há modificações que têm um impacto negativo no OEE. No entanto, estas modificações são necessárias para que o indicador seja fiável e fidedigno. Com a implementação destas alterações, será possível ter uma visão realista da eficiência do equipamento e, assim, tornar possível uma tomada de decisão que se adequa às necessidades da empresa.

Após aprovação da gestão de departamento e da área geral de operações, todas as alterações para os dois equipamentos foram formalizadas no sistema de registos. Adicionalmente, os operadores receberam formação sobre as novas atividades adicionadas e consequente preenchimento dos registos de produção, com o objetivo de os sensibilizar da importância destes para o cálculo da eficiência dos equipamentos do chão de fábrica.

Como o período de análise não é representativo, não foi possível analisar o indicador de rendimento após a implementação destas modificações. No entanto espera-se que, com as alterações no sistema de registos, o indicador de rendimento traduza a verdadeira eficiência do equipamento.

Claro que, o principal objetivo desta ação é garantir que os indicadores de eficiência do equipamento são calculados de maneira correta e fiável. Com estas simples modificações, torna-se possível uma análise verdadeira ao indicador de rendimento e posterior estudo acerca das microparagens que se fazem sentir ao longo do tempo operacional.

4.4 Redução dos tempos de *setup* no equipamento de prensagem

Para se aumentar a disponibilidade do equipamento de prensagem, propôs-se uma redução dos tempos de *setup* através da aplicação do método SMED.

Neste equipamento podem ser feitos três tipos de *setup*: mudança de cola, mudança de matrizes ou ambas. Com o aumento do número de produtos a serem produzidos na UI Oleiros que exigem tipos de colas variadas, as mudanças de cola neste equipamento tornam-se cada vez mais frequentes. Assim, com o objetivo de minimizar este tempo de paragem, o estudo foca-se no *setup* de mudança de cola.

Para o desenvolvimento desta metodologia seguiu-se os seguintes passos: 1) estudo do trabalho, 2) separação das tarefas internas e externas, 3) transformação das tarefas internas em externas, e por fim, 4) redução das tarefas internas.

Assim, o primeiro passo neste estudo foi observar e filmar como é que os operadores realizam o *setup* de mudança de cola. Com o estudo individual das filmagens, analisou-se qual a sequência das atividades e as suas durações, observando-se também que as atividades de cada

operador não estavam padronizadas, transparecendo alguma desorganização entre os trabalhadores. A lista de todas as atividades e a sua duração está representada no Anexo D.

Cada *setup* deste tipo demora em média 30 minutos, desde a saída da última peça da produção atual até à saída da primeira peça boa da nova produção. Após listar todas as atividades fez-se uma separação das tarefas internas e externas, onde foi notório que havia atividades que poderiam passar a ser tarefas externas, tais como o preenchimento do registo de produção, o posicionamento de paletes de novo produto na mesa de alimentação e preparação do novo decorativo a aplicar.

Assim, estas tarefas começam a ser realizadas pelo chefe de equipa antes do começo do *setup*, uma vez que se observou que este operador estava suficientemente folgado para tal. Deste modo, estas tarefas deixam de influenciar o tempo de paragem. Estas atividades têm uma duração total de 190 segundos, conseguindo-se uma diminuição do tempo de *setup* em 11% apenas com esta modificação.

Seguidamente, para se tentar reduzir a duração do trabalho interno organizou-se as tarefas pelos três operadores disponíveis. Até então verificava-se que os trabalhadores não tinham atividades definidas, e que estas não estavam bem divididas pelos três, sendo que a maioria das atividades eram realizadas pelo chefe de equipa, e os restantes operadores apenas davam a sua contribuição em pequenas atividades.

Assim, todas as tarefas foram distribuídas três operadores disponíveis, numa tentativa de diminuir o tempo total de *setup* ao colocar diversas atividades a serem realizadas em paralelo.

Para a alocação das atividades pelos operadores, decidiu-se que o chefe de equipa, operador A, estará focado nas atividades de limpeza dos rolos de cola e que o operador B irá servir de apoio ao primeiro nas tarefas críticas, numa tentativa de se diminuir o tempo de execução destas atividades. Finalmente, o operador C estará focado nas atividades de mudança e limpeza da bomba de cola.

A alocação das atividades por operador e respetiva duração após organização, está disponível nas figuras E1, E2 e E3 do Anexo E.

As tarefas críticas, neste caso, são aquelas que demoram mais tempo a ser realizadas ou aquelas que podem ser facilmente particionadas. Neste estudo identificaram-se sete atividades críticas, representadas na tabela 7, bem como o respetivo tempo de realização antes e depois da organização das tarefas.

Tabela 7 - Tarefas críticas e respetiva duração, antes e depois da organização de tarefas internas

Tarefa	Duração antes da organização (s)	Duração depois da organização (s)
Retirar restos de material do tabuleiro	72	43
Lavar o rolo aplicador e doseador com água	165	99
Raspar resíduos de cola seca nas extremidades dos rolos	40	24
Retirar e lavar as patelas de cola	80	48
Lavar aparadeira	110	55
Limpar o tabuleiro	177	106
Limpar e raspar o rolo de aço	250	150
Total (s)	894	525

Com esta divisão as tarefas ficam bem definidas por todos os operadores, conseguindo-se um tempo total de *setup* de cerca de 12 minutos, o que representa uma descida do tempo de paragem em 60% comparativamente ao tempo inicial de aproximadamente 30 minutos.

Na tabela 8 estão representados os tempos de *setup* antes e depois da implementação do método SMED, bem como a redução em percentagem após cada fase da implementação.

Tabela 8 - Redução do tempo de *setup* no equipamento de prensagem

Tempo <i>setup</i> inicial (s)	Tempo <i>setup</i> após separação tarefas externas (s)	Redução	Tempo <i>setup</i> após organização tarefas internas (s)	Redução
1829	1639	10%	730	60%

De maneira a padronizar as atividades de *setup*, estas foram colocadas em cartões para que os operadores dos três turnos lhe possam ter acesso. Assim, cada operador sabe quais as suas tarefas em caso de ser necessária uma mudança de cola. Os cartões estão representados na figura 16.

Nas instruções de trabalho não se adicionaram ajudas visuais, uma vez que todas as tarefas são realizadas no mesmo sítio, sem necessidade de ferramentas ou trajetos adicionais, sendo apenas necessário seguir a sequência das atividades.

Setup – Mudança de cola	Setup – Mudança de cola	Setup – Mudança de cola
Operador A – Team Leader	Operador A – Team Leader	Operador B
Colocar em funcionamento a máquina da cola	Lavar aparadeira – Op B	Retirar restos de material do tabuleiro
Colocar a máquina a funcionar manualmente	Limpar tabuleiro – Op B	Lavar o rolo aplicador e doseador
Fechar os passadores/retirar mangueira de alimentação de cola	Passar tabuleiro para a parte inferior	Raspar resíduos de cola seca das extremidades
Subir aplicador e doseador – abrir ao máximo	Limpar e raspar o rolo de aço – Op B	Retirar e lavar as patelas
Retirar restos de material do tabuleiro – Op B	Colocar as patelas e aparadeira	Lavar aparadeira
Colocar tabuleiro entre os rolos	Fechar rolo aplicador	Limpar o tabuleiro
Lavar o rolo aplicador e doseador – Op B	Abrir os passadores de cola/colocar mangueira	Limpar e raspar o rolo de aço
Raspar resíduos de cola seca das extremidades – Op B	Colocar cola em automático	Operador C
Retirar e lavar as patelas – Op B	Colocar proteção no tabuleiro	Retirar palete com produção atual e colocar FIP
	Fechar a altura dos rolos	Colocar água e mangueira de abastecimento de cola na cisterna de água suja
		Lavar mangueira e ligar bomba de cola para ser lavada
		Colocar mangueira da máquina de cola

Figura 16 – Cartão de padronização de atividades de *setup*

Após implementação da nova distribuição de tarefas é necessário analisar se o estudo realizado produz os resultados esperados e desenhar novas ações de melhoria, caso necessário, para garantir o sucesso do estudo. Apesar desta análise não poder ter sido testada, espera-se que os resultados obtidos na prática estejam de acordo com os resultados teóricos.

4.5 Manutenção autónoma

Atualmente, alguns equipamentos na fábrica têm um plano de manutenção autónoma associado. Este plano reúne algumas atividades que podem ser realizadas pelos operadores de linha, de maneira a prevenir algumas avarias no equipamento.

Este plano funciona da seguinte forma: existe um quadro ordenado semanalmente onde se posicionam pequenos cartões. Cada um destes cartões tem uma ficha associada onde estão

descritas todas as atividades a realizar, os materiais necessários e imagens da área de intervenção.

Após o estudo dos equipamentos de pré-lixagem e prensagem foi possível perceber que as avarias eram o principal tempo de paragem que afeta a disponibilidade destes equipamentos. Aquando o estudo inicial, os trabalhadores do departamento de manutenção evidenciaram o facto de maior parte das avarias que se registam poderem ser facilmente evitadas se houvesse um plano de manutenção autónoma, possibilitando-os de atuar antes de haver efetivamente uma avaria.

Assim, foi notório que um plano de manutenção autónoma poderia ajudar na diminuição dos tempos de paragem por avaria. Assim, surgiu a oportunidade de criar um plano deste tipo para o equipamento de pré-lixagem e adaptar o plano já existente da prensagem para que este esteja ajustado à realidade atual.

O objetivo é criar um plano cujas atividades sejam fáceis e de rápida realização, maioritariamente verificações, de maneira a que os operadores estejam recetivos a cumprir o plano traçado e que este prejudique minimamente a disponibilidade dos equipamentos. Claro que as verificações não evitam a avaria, mas alertam para algum estado de desgaste, possibilitando ao departamento de manutenção agendar uma revisão preventiva antes da avaria acontecer efetivamente. Os planos também incluem atividades de lubrificação e limpeza de componentes.

O primeiro passo para a elaboração destes planos é saber quais as atividades que podem evitar avarias que os operadores podem realizar em segurança em cada zona no equipamento, com a máquina em funcionamento ou parada, e a periodicidade de cada atividade.

Em conjunto com o departamento de manutenção e com os operadores que trabalham com o equipamento diariamente, elaborou-se uma lista de atividades e respetivas periodicidades para cada equipamento. Estas listas podem ser visualizadas nas figuras F1 e F2 do Anexo F, respetivamente para os equipamentos de pré-lixagem e prensagem.

Seguidamente, organizaram-se as atividades em cartões tendo em conta as periodicidades de cada atividade e respetivo local de ocorrência de maneira a otimizar o plano. Assim, totalizou-se 24 cartões de atividades para o equipamento de prensagem, com periodicidades de 4, 8 ou 12 semanas. Com a intenção de se minimizar o tempo de paragem para realização do plano de manutenção autónoma e assim diminuir a afetação da disponibilidade do equipamento, concentraram-se todas as atividades que necessitam do equipamento parado em apenas um cartão. Estas atividades incluem maioritariamente lubrificações obrigatórias.

Do mesmo modo, para o equipamento de pré-lixagem totalizam-se 16 cartões, com periodicidades de 4 ou 8 semanas, sendo que, mais uma vez, apenas um cartão apresenta atividades que necessitam da máquina parada para serem realizadas.

Na figura 17 e 18 está ilustrado um exemplo de cartão de manutenção autónoma e respetiva ficha de atividades, com a listagem de todas as tarefas a realizar.

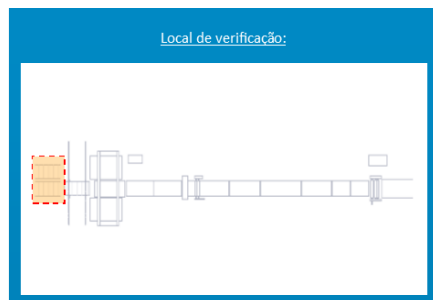


Figura 17 – Cartão de manutenção autónoma

Nº	Local	Local	Ação	Material
1	242-230	Transbordador De Palates De Saída Nº1	Verificar o estado e esticamento da corrente de transmissão e lubrificar	Pincel, óleo lubrificante
2	242-230	Transbordador De Palates De Saída Nº1	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	
3	242-230	Transbordador De Palates De Saída Nº1	Verificar o estado, esticamento e lubrificar as correntes transportadoras	Amorçil
4				
5				
6				
7				
8				
9				



Figura 18 – Ficha de atividades de manutenção autónoma

Os planos de manutenção autónoma foram então construídos consoante as frequências das atividades a realizar, tendo também em conta os locais de verificação para se minimizar as deslocações dos trabalhadores. Nas figuras 19 e 20, respetivamente, pode-se observar os planos de manutenção autónoma para os equipamentos de pré-lixagem e prensagem já implementados.

Os operadores tiveram uma formação sobre a utilização e cumprimento dos planos e cartões associados. Todos se mostraram recetivos, apreciando especialmente o facto de o plano ser simples e rápido, não prejudicando as outras tarefas que têm de realizar ao longo do turno.

Plano de MPT—Prensa Hymmen																									
Nº Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Nº Cartão	25	26	27	28	29	30	31		36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
3; 4; 5; 6																									
7; 9; 10; 11																									
12; 13; 14; 15																									
16; 17; 18; 19; 22																									
1; 2																									
20; 21; 24																									
8																									
23																									

Figura 19 – Plano de manutenção autónoma do equipamento de pré-lixagem

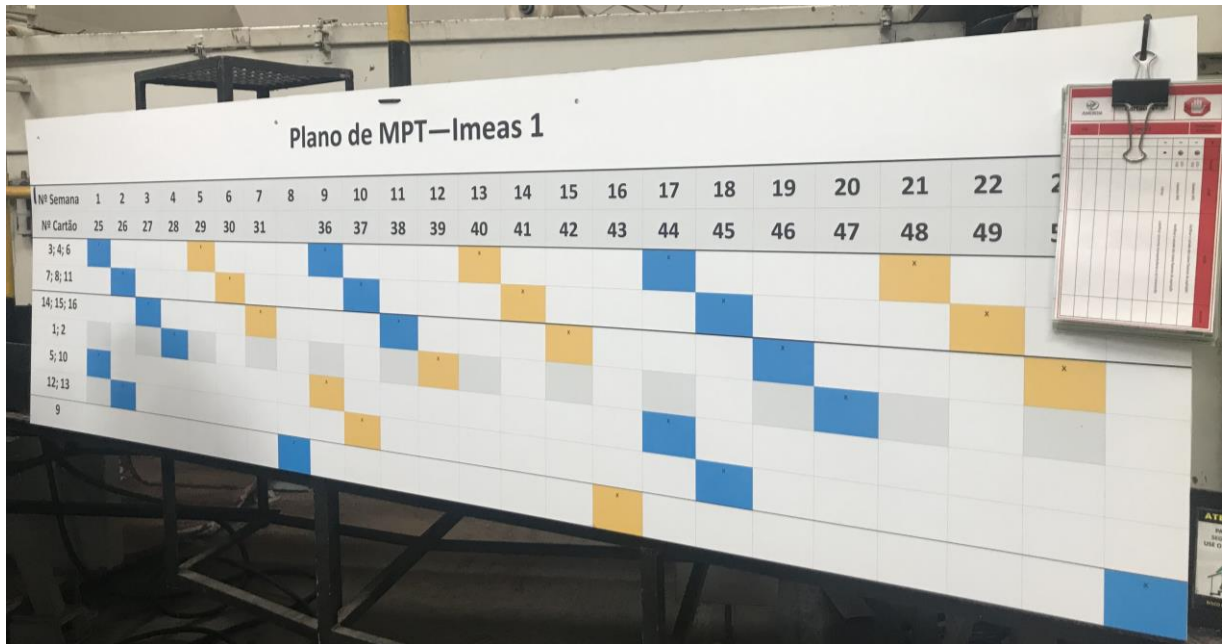


Figura 20 – Plano de manutenção autónoma do equipamento de prensagem

De maneira a contribuir para a boa organização dos cartões e garantir que a implementação dos planos de manutenção autónoma não prejudica a limpeza e arrumação do espaço, posicionaram-se caixas próprias para arrumação dos cartões nas mesas de controlo dos operadores. Assim, seguindo a metodologia da ferramenta 5S, as caixas, representadas na figura 21, foram também identificadas exteriormente para ser mais fácil a sua identificação.

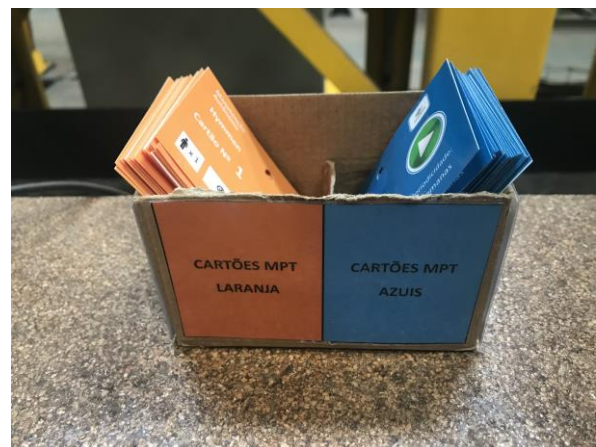


Figura 21 - Caixa para arrumação de cartões de manutenção autónoma

Os planos acima ilustrados foram implementados no início de junho de 2019. Apesar do impacto deste projeto não poder ter sido avaliado devido a não haver um período de análise representativo, espera-se que, com o cumprimento do plano, as anomalias dos equipamentos sejam detetadas prematuramente para evitar ou minimizar as paragens por avaria.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

Após a conclusão do projeto de melhoria de eficiência no processo de produção pode-se afirmar que existe sempre espaço para melhoria numa organização *lean*, promovendo a constante busca pela perfeição. A indústria da cortiça é particular e apresenta diversas singularidades e restrições, sendo necessário uma adaptação desta filosofia às características desta indústria.

Depois de uma análise primordial ao processo produtivo em estudo, constatou-se que havia bastantes deficiências ao longo do fluxo produtivo, nomeadamente desperdícios de transportes entre equipamentos, problemas com o desempenho dos equipamentos e oportunidades de melhoria de eficiência dos operadores.

O projeto cumpriu os objetivos propostos e produziu os resultados esperados. Apesar de não ter sido possível analisar os resultados reais de algumas implementações devido a falta de um período de análise representativo, espera-se que estes transpareçam os resultados teóricos obtidos.

Relativamente aos desperdícios de transporte que se faziam sentir entre equipamentos, o estudo de um novo *layout* permitiu conferir que a disposição da fábrica é importantíssima para este aspeto, e que este estudo deveria ser alargado aos restantes processos produtivos existentes na empresa com o objetivo de se conseguir uma redução deste tipo de desperdícios em todos os percursos realizados. Através de uma análise de apenas dois trajetos conseguiu-se diminuir em 40% o tempo de transporte, obtendo-se uma redução de custos de aproximadamente 1350 euros.

Acerca do estudo realizado sobre o indicador de rendimento dos diversos equipamentos, é importante realçar que as alterações realizadas no sistema de registos foram apenas o primeiro passo. Agora que é possível ter uma visão fidedigna dos rendimentos dos equipamentos através deste indicador, é exequível uma nova análise para que medidas possam ser tomadas para o aumento do mesmo, incluindo um estudo às microparagens do equipamento e de uma análise sobre como diminuí-las.

Confirmou-se, também, que a padronização do trabalho é determinante na diminuição de desperdícios, como movimentações desnecessárias, desgaste físico e falhas de comunicação. Com a padronização do trabalho dos operadores, criação de uma sequência de atividades e introdução de frequências bem definidas, foi possível tornar a realização das atividades mais rápida e eficaz e diminuir a variabilidade nas tarefas dos operadores, tornando todo o seu trabalho mais organizado.

Com a aplicação da metodologia SMED, conseguiu-se um aumento da disponibilidade do equipamento de prensagem, aumentando assim a eficiência deste equipamento e, consequentemente, deste processo de produção. Adicionalmente, com o mesmo objetivo, recomenda-se que a mesma metodologia seja aplicada ao equipamento de pré-lixagem.

Com o desenvolvimento de planos de manutenção autónoma que sejam adequados à realidade do chão de fábrica, espera-se que os operadores sejam capazes de detetar anomalias nos

equipamentos de forma prematura, de maneira a evitar e/ou minimizar tempos de paragem por avaria.

Após todas as ações terem sido implementadas, será necessário controlar como é que os operadores reagem às modificações, examinando que aperfeiçoamentos é que ainda podem feitos para garantir uma constante melhoria do processo.

Apesar de terem sido cumpridos os objetivos do projeto, é possível afirmar que não existe um fim no que toca a melhorias de processos. Através da aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping* durante o estudo da situação inicial foi possível identificar que existe uma diferença significativa entre o *lead time* e o *takt time*. A principal razão identificada para este desfasamento é a quantidade de *stocks* de segurança que existem ao longo do fluxo e o seu tempo de espera, com principal foco no tempo de espera do supermercado de semiacabados que ronda os 16 dias.

O excesso de *stock* é apontado como um dos sete desperdícios e representa inúmeros custos tanto a nível operacional como estratégico, logo, este é um problema de resolução urgente para a diminuição dos custos de inventário.

Também através da interpretação do VSM conseguiu-se identificar o gargalo do processo em estudo, neste caso o equipamento de aglomeração, sendo que este é o que determina a capacidade do fluxo. Assim, propõe-se um estudo com base na Teoria das Restrições (TOC – *Theory of Constraints*), com o objetivo de melhorar a capacidade do processo de produção.

Adicionalmente, aquando o estudo do novo *layout*, percebeu-se que os condutores do empilhador não têm uma rota definida, sendo que são os próprios a definir o seu próprio percurso pelo chão de fábrica. Claro que este método é falível, podendo fazer com que algum equipamento não tenha material para trabalhar, provocando a paragem do mesmo por falta de material. Assim, recomenda-se um estudo e aplicação do conceito *Mizusumashi*, principal ferramenta para a criação de fluxo de logística interna.

A ausência total de planos de manutenção preventiva pode ser um dos motivos para que a disponibilidade dos equipamentos da empresa seja tão afetada por avarias, criando tempos de paragem desnecessários que afetam a eficiência dos processos produtivos. Assim, recomenda-se um estudo mais aprofundado às avarias que afetam os equipamentos, e assim verificar o tipo de manutenção mais adequado.

Através da implementação das diferentes ações foi possível alcançar um resultado global focado no objetivo principal do projeto. Com espírito crítico, comunicação e aplicação prática de assuntos teóricos conseguiu-se aumentar a eficiência do processo de produção de semiacabados na UI Oleiros.

Referências

- Al-Aomar, A. (2011). *Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for Continuous Process Improvement*. International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering.
- Almeanazel, O. (2010). *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment*.
- Amorim (2019). "Corticeira Amorim", último acesso em junho de 2019, <http://www.amorim.com/>.
- Cheng, TC. e Podolsky, S. (1996). *Just-in-time Manufacturing: an introduction*.
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains*.
- Costa, E., Sousa R., Bragança S., Alves A. (2013). *An Industrial Application of The Smed Methodology And Other Lean Production Tools*. University of Minho.
- Jacobs, F. e Chase, B. (2010). *Operations and Supply Chain Management*. McGraw-Hill/Irwin.
- Johnson, C. (2002). *Quality Progress*. Milwaukee Vol. 35, Ed. 5, p.120.
- Kaizen Institute (2019). "Kaizen Institute", último acesso em junho de 2019, <https://pt.kaizen.com/>
- Karlsson, C. e Åhlström, P. (1996). *Assessing changes towards lean production*. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 16 Issue: 2, pp.24-41.
- Liker, J. e Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.
- Paraschivescu. A. e Cotîrlet C. (2015). *Quality Continuous Improvement Strategies Kaizen Strategy – Comparative Analysis*. Economy Transdisciplinarity Cognition.
- Silva, MG. (2016). *Jidoka: Conceitos e aplicação da automação em uma empresa da indústria eletrônica*. Revista ESPACIOS. Vol. 37 (Nº 02)
- Sokovic M., Pavletic D. e Pipan, K. (2010). *Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS*. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering
- Ulutas, B. (2011). *An application of SMED Methodology*. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Vol:5, No:7, 2011.
- Willmott, P. e McCarthy, D. (2001). *TPM - a route to world-class performance*. Oxford: Butterworth Heinemann
- Wireman, T. (2004). *Total Productive Maintenance*. Industrial Press.

Womack P. e Jones, D. (1997). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Journal of the Operational Research Society.

Womack, J. (1990). *The machine that changed the world*.

Wong, Y. e Wong K. (2011). *Approaches and practices of lean manufacturing: The case of electrical and electronics companies*. African Journal of Business Management Vol.5 (6), pp. 2164-2174.

ANEXO A: Cartões de padronização de atividades dos equipamentos de pré-lixagem, prensagem e corte de bases

Atividades IMEAS 1	Atividades IMEAS 1
Assegurar cumprimento do plano MPT	Plano de Controlo
Limpeza e arrumação geral da área (5 S's)	<u>Medição de espessura e registo no <i>Egitron</i>: 2 placas de 2 em 2 paletes</u>
Uso dos equipamentos de segurança	<u>Monitorização visual de defeitos: fracos (rompido), aberto, covas, marcas tapetes/lixas, rebentamentos, torrado e abas fracas - 2 placas de 2 em 2 paletes</u>
Verificação dos equipamentos de segurança coletiva no início do turno	<u>Recolhas de amostras para o QC:</u>
Acompanhar passagem de turno	1. Estabilidade dimensional e encurvamento ao calor NRT – 1 OF/semana
Preenchimento do quadro Kaizen	2. Tensão de rutura no NRT – 1 OF/semana
Preencher registos de produção	3. Água fervente NRT – 1 OF/semana
Alimentação de bases	4. Empeno NRT – 3 placas/OF
<u>Alimentação automática: IN ou SUBERTECH 2ª passagem</u>	Mudança de palete
<u>Apoio à alimentação automática: SUBERTECH 1ª passagem</u>	Ajuste de palete (mudança de lote)
<u>Alimentação manual: AUTHENTICA</u>	Preencher FIP e posicioná-la na palete indicada
	Verificar desgaste das lixas e substituir se necessário

Figura A 1 - Cartão de padronização de atividades do equipamento de pré-lixagem

Atividades HYMMEN	Atividades HYMMEN
Limpeza e arrumação geral da área (5 S's)	Posicionar paletes na mesa de alimentação
Assegurar cumprimento do MPT da linha	Monitorizar entrada e saída de material
Assegurar o uso dos equipamentos de segurança por parte da equipa	Preencher FIP e posicioná-la na paleta indicada
Verificação dos equipamentos de segurança coletiva no início do turno	Verificar <i>stocks</i> de decorativos
Preenchimento do quadro Kaizen	Controlo dos tapetes de rolos
Assegurar preenchimento do quadro Kaizen por todos os membros da equipa	Verificar/controlar tela <i>teflon</i> – prensa quente
Acompanhar Kamishibai	Controlos de 2 em 2 horas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Monitorização velocidade da linha 2. Controlar gramagem da cola 3. Monitorização temperatura do túnel, pressão e temperatura das prensas 4. Controlar espessura de saída 5. Controlar rugas e enviesamentos de decorativo 6. Monitorizar marcas de tela
Acompanhar passagem de turno	
Preencher registos de produção	
Assegurar as tarefas dos colegas na ausência destes	
Verificar dos níveis de óleos	

Figura A 2 - Cartão de padronização de atividades do equipamento de prensagem

Atividades CORTE BASES
Limpeza e arrumação geral da área (5 S's)
Uso dos equipamentos de segurança
Verificação dos equipamentos de segurança coletiva no início do turno
Acompanhar passagem de turno
Preenchimento do Quadro Kaizen
Controlo do desgaste das serras
Substituição de serras, se necessário
Preencher registos de produção
Monitorizar potência do motor
Plano de Controlo <u>Medição da altura do <i>pack</i> à entrada: início e meio do turno ou mudança de material</u> <u>Determinação das dimensões e esquadria no pré-corte: 1 placa no início e meio do turno ou mudança de material</u> <u>Controlo visual da área: contínuo</u>

Figura A 3 - Cartão de padronização de atividades do equipamento de corte de bases

ANEXO B: Listas de atividades dos operadores da área de aglomeração

Equipamento 1					
Id.	Período/Tipo de Atividade	Frequência (min.)	Duração (min.)	Nr. vezes/turno	T. total
Gerais					
1	Preenchimento do Quadro Kaizen	480	10	1,0	10
2	Preenchimento do relatório de turno	120	2	4,0	8
3	Apoio à caldeira na ausência do caldeireiro	480	1	1,0	1
4	Garantir os 5 S's da Linha	480	5	1,0	5
5	Assegurar as tarefas dos colegas na ausência destes	480	15	1,0	15
6	Uso dos equipamentos de segurança por parte da equipa	480	1	1,0	1
7	Acompanhar o Kamishibai	7200	15	0,1	1
8	Assegurar a passagem de turno com o colega seguinte	480	8	1,0	8
9	Limpeza e arrumação geral da área (5 S's)	60	5	8	40
10	Verificação dos equipamentos de segurança coletiva no início do turno	480	5	1	5
Prensa					
11	Monitorização da espessura do produto e de outros parâmetros relevantes (vel., temp.	5	0,33	96	32,00
12	Aplicação de desmoldante na cinta	240	30	2	60,00
13	Reação a alarmes	40	0,17	12	2,00
14	Paragens para limpeza da scatterings	480	2,33	1	2,33
15	Monitorização do rolos das prensas	45	0,5	11	5,33
16	Manutenção dos bicos dos injetores do desmoldante	480	12,3	1	12,30
Silos/Líquidos					
17	Monitorização dos níveis de MP (interação com a ensilagem das matérias-primas)	5	0,33	96	32,00
18	Reação a alarmes (entupimentos, válvulas, etc...)	90	0,33	5	1,78
19	Garantir fluxo de MP (Barrote) - Silo 5	70	2	7	13,71
20	Substituição de IBC's de óleo de soja e DQTP	240	15	2	30,00
21	Preparação dos próximos IBC's a entrarem para a linha	240	5	2	10,00
					Soma (min.)
					295,46
					Ocupação/Turno
					62%

Figura B 1 – Lista de atividades em rotina para o operador do equipamento 1

Equipamento 2					
Gerais:					
1	Limpeza e arrumação geral da área (5 S's)	60	5,0	1,0	60
2	Verificação dos equipamentos de segurança coletiva no início do turno	480	10,0	1,0	10
3	Inspeção e limpeza das telas de aço	240	5,0	2,0	10
4	Apoio à Caldeira na ausência do caldeireiro (resposta a alarmes)	240	4,0	2,0	8
6	Substituir colega da saída em caso de necessidade	240	5,0	2,0	10
7	Resposta a alarmes que ocorram no G-100/G-200	120	2,0	2,0	4
	Escrever no excel dados da folha de controlo	120	3,0	4,0	12
G-100:					
8	Extrações de cortiça dos silos PT's para PB's e registo do nível dos silos na folha de auto-controlo no início e fim de cada extração	60,0	1,0	8,0	8,0
9	Preenchimento da folha de auto-controlo - Fórmula Extração	480,0	2,0	1,0	2,0
10	Preenchimento da folha de auto-controlo - Temperatura dos Secadores (visualização nos quadros de comando)	20,0	0,5	24,0	12,0
11	Recolha e preparação do granulado para ensaio de humidade relativa na entrada dos secadores (ES)	480,0	2,0	1,0	2,0
12	Realização do ensaio de humidade relativa na ES e preenchimento da folha de auto-controlo	480,0	3,0	1,0	3,0
13	Recolha e preparação do granulado para ensaio de humidade relativa na saída dos secadores (SS)	480,0	2,0	1,0	2,0
14	Realização do ensaio de humidade relativa na SS e preenchimento da folha de auto-controlo	480,0	2,0	1,0	2,0
15	Inspeção das telas de transporte	480,0	15,0	1,0	15,0
16	Efetuar verificação da gramagem da camada superior e efetuar preenchimento da folha de auto-controlo	120,0	2,0	4,0	8,0
18	Preparação do endurecedor	1440,0	5,0	0,3	1,7
19	Receção de resinas (efetuar ligações do camião cisterna à cisterna AR e	7200,0	2,0	0,1	0,1
20	Retirar amostra de resina para análise	14400,0	2,0	0,0	0,1
21	Realizar montagem de telas de transporte	57600,0	60,0	0,0	0,5
G-205:					
22	Recolha e preparação do granulado para auto-controlo	480	2,50	1,00	2,5
23	Realização do ensaio granulométrico na EE e registo dos resultados na folha de auto-controlo	480	3,00	1,00	3
25	Realização do ensaio de humidade relativa na EE e registo dos resultados na folha de auto-controlo	480	3,00	1,00	3
27	Realização do ensaio de peso específico na EE e registo dos resultados na folha de auto-controlo	240	3,00	2,00	6
28	Verificação da temperatura da água de refrigeração e registo dos resultados na folha de auto-controlo	120	1,00	4,00	4
29	Limpeza da encoladora	7200	30,00	0,07	2
30	Verificação das clapetas, injetores da encoladora e caudalímetros	480	1,50	1,00	1,5
31	Recolha e preparação do granulado para o auto-controlo	120	3,00	4,00	12
33	Realização do ensaio de humidade relativa na EE e registo dos resultados na folha de auto-controlo	480,0	3,0	1,0	3,0
35	Realização do ensaio de peso específico na EE e registo dos resultados na folha de auto-controlo	240,0	3,0	2,0	6,0
36	Verificação da temperatura da água de refrigeração e registo dos resultados na folha de auto-controlo	120,0	1,0	4,0	4,0
37	Limpeza das encoladora	7200,0	30,0	0,1	2,0
38	Verificação das clapetas, injetores da encoladora e caudalímetros	480,0	1,5	1,0	1,5
39	Recolha e preparação do granulado para ensaio de humidade relativa na saída da encoladora (SE)	120,0	3,0	4,0	12,0
40	Realização do ensaio de humidade relativa (SE) e registo dos resultados na folha de auto-controlo	120,0	3,0	4,0	12,0
					Soma
					262,4
					%Ocupação
					55%

Figura B 2 – Lista de atividades em rotina do operador do equipamento 2

ANEXO C: Cartão de padronização de atividades dos equipamentos de aglomeração

Atividades Chefe Equipa	Atividades Subertech
Assegurar o uso dos equipamentos de segurança por parte da equipa	<i>Monitorização espessura e outros parâmetros 15/15min</i>
Verificação dos equipamentos de segurança coletiva no início do turno	<i>Monitorização rolos das prensas 30/30 min</i>
Preencher Relatório de Turno	<i>Monitorização dos níveis de MP 60/60 min</i>
Preenchimento do Quadro Kaizen	Realizar autocontrolo da Subertech
Assegurar boa comunicação entre membros da equipa	Substituição de IBC's de óleo de soja e DOTP
Acompanhar Kamishibai	Preparação dos próximos IBC's a entrarem para a linha
Apoio na limpeza das telas de aço Sico 1	Abastecer depósito de desmoldante
Assegurar as tarefas dos colegas na ausência destes	Limpeza das scatterings
Acompanhar passagem de turno	Cumprimento das tarefas de Chefe de Equipa
	Tempo Livre: Limpeza e arrumação geral da área (5 S's)

Figura C 1 - Cartão de padronização de atividades do operador do equipamento 1

Atividades Sico1	Atividades Sico1
<i>Verificação da temperatura dos secadores 60/60 min</i>	Inspeção e limpeza das telas de aço
<i>Verificação da temperatura da água de refrigeração 2/2 horas</i>	Limpeza das encoladoras
Extrações dos silos PT's para PB's e registo na folha de auto-controlo	Execução do MPT da área de ação
1. Preenchimento da folha de auto-controlo – Fórmula de Extração	Substituir colega de saída em caso de necessidade
2. Verificação dos níveis de reserva	Resposta a alarmes que ocorram G-100/G-200
3. Verificação da encoladora, clapetas, injetores e caudalímetros G-205 e G-215	Preparação do endurecedor
4. Realização de ensaios G-205, G-215, G-100	Receção de resinas
<ul style="list-style-type: none"> • Entrada das Encoladoras (EE) • Saída das Encoladoras (SE) • Entrada dos Secadores (ES) • Saída dos Secadores (SS) • Gramagem da Camada Superior 	Retirar amostra de resina para análise
	Realizar montagem de telas de transporte
	Tempo Livre: Limpeza e arrumação geral da área (5 S's) Escrever dados na folha de excel Inspeção telas de transporte

Atividades Sico1	Atividades Sico1
Ensaio na Entrada na Encoladora (EE)	Ensaio na Saída na Encoladora (SE)
G-205	G-205
1. Recolha e preparação do granulado para ensaios na Entrada da Encoladora (EE) G-205	1. Recolha e preparação do granulado para ensaios na Saída da Encoladora (SE) G-205
2. Realização do ensaio de humidade relativa EE G-205	2. Realização do ensaio de humidade relativa SE G-205
3. Realização do ensaio de peso específico EE G-205	3. Realização do ensaio de peso específico SE G-205
4. Realização do ensaio granulométrico EE G-205	4. Realização do ensaio granulométrico SE G-205
G-215	G-215
5. Recolha e preparação do granulado para ensaios na Entrada da Encoladora (EE) G-215	5. Recolha e preparação do granulado para ensaios na Saída da Encoladora (SE) G-215
6. Realização do ensaio de humidade relativa EE G-215	6. Realização do ensaio de humidade relativa SE G-215
7. Realização do ensaio de peso específico EE G-215	7. Realização do ensaio de peso específico SE G-215
8. Realização do ensaio granulométrico EE G-205	8. Realização do ensaio granulométrico SE G-215

Figura C 2 - Cartão de padronização de atividades do operador do equipamento 2

ANEXO D: Lista de atividades de *setup*

Atividades	Duração (s)
Colocar em funcionamento a máquina	20
Colocar a cola em manual (manípulo manual) da cola	10
Fechar os passadores ou tirar a mangueira de alimentação de cola	10
Retirar a aparadeira da cola	10
Subir os rolos (aplicador + doseador) em relação ao rolo de aço (abrir ao máximo)	10
Retirar restos de material do tabuleiro	72
Colocar o tabuleiro entre os rolos	10
Lavar o rolo aplicador e doseador com água	165
Raspar resíduos de cola seca nas extremidades dos rolos	40
Retirar e lavar as patelas de cola	80
Lavar aparadeira	110
Limpar o tabuleiro	177
Passar o tabuleiro para a parte inferior	15
Limpar e raspar o rolo de aço	250
Colocar as patelas e aparadeira	10
Fechar um pouco o rolo aplicador	10
Abrir os passadores da cola/ou colocar a mangueira	30
Colocar a cola em automático	10
Colocar uma proteção no tabuleiro (ex: PVC ou Film)	30
Fechar a altura dos rolos	30
Colocar água no bidão e a mangueira de abastecimento de cola na cisterna de água suja	270
Lavar mangueira exterior de pesca e ligar a bomba da cola para ser lavada	60
Repetir novamente para que fique bem limpa	60
Colocar a mangueira de pesca na cisterna da cola ou dentro do bidão e puxar a cola para a cisterna de água suja até que saia sem vestígios de água.	60
Colocar a mangueira da máquina de cola	20
Preencher registo de produção	10
Posicionar paletes na mesa de alimentação	60
Preparar decorativos para próxima produção	120
Retirar paleta	60
Colocar FIP na paleta	10
TOTAL	1829

ANEXO E: Alocação de atividades de *setup* por operador

Operador A (Chefe Equipa)	Duração (s)
Colocar em funcionamento a máquina da cola	20
Colocar a cola em manual (manípulo manual)	10
Fechar os passadores ou tirar a mangueira de alimentação de cola	10
Retirar a aparadeira da cola	10
Subir os rolos (aplicador + doseador) em relação ao rolo de aço (abrir ao máximo)	10
Retirar restos de material do tabuleiro	43
Colocar o tabuleiro entre os rolos	10
Lavar o rolo aplicador e doseador com água	99
Raspar resíduos de cola seca nas extremidades dos rolos	24
Retirar e lavar as patelas de cola	48
Lavar aparadeira	55
Limpar o tabuleiro	106
Passar o tabuleiro para a parte inferior	15
Limpar e raspar o rolo de aço	150
Colocar as patelas e aparadeira	10
Fechar um pouco o rolo aplicador	10
Abrir os passadores da cola/ou colocar a mangueira	30
Colocar a cola em automático	10
Colocar uma proteção no tabuleiro (ex: PVC ou Film)	30
Fechar a altura dos rolos	30
Total tempo Operador A (s)	730

Figura E 1 - Atividades de *setup* do operador A

Operador B	Duração (s)
Retirar restos de material do tabuleiro	43
Lavar o rolo aplicador e doseador com água	99
Raspar resíduos de cola seca nas extremidades dos rolos	24
Retirar e lavar as patelas de cola	48
Lavar aparadeira	55
Limpar o tabuleiro	106
Limpar e raspar o rolo de aço	150
Total tempo Operador B (s)	525

Figura E 2 - Atividades de *setup* do operador B

Operador C	Duração (s)
Retirar palete	60
Colocar FIP na paleta	10
Colocar água no bidão e a mangueira de abastecimento de cola, na cisterna de água suja	270
Lavar mangueira exterior de pesca e ligar a bomba da cola para ser lavada	60
Repetir novamente para que fique bem limpa	60
Colocar a mangueira de pesca na cisterna da cola ou dentro do bidão e puxar a cola até que saia sem vestígios de água.	60
Colocar a mangueira da máquina de cola	20
Total tempo Operador C (s)	540

Figura E 3 - Atividades de *setup* do operador C

ANEXO F: Listas de atividades de manutenção autónoma

Cartão	Código	Máquina	Operações/Ações	Periodicidade e (semanas)
1	221-002	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento da corrente de transmissão	8
1	221-002	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
1	221-002	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	8
2	221-005	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento da corrente de transmissão	8
2	221-005	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
2	221-005	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	8
3	221-002	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar fugas de lubrificante	4
3	221-004	Mesa Elevadora de Entrada	Verificar fugas de óleo hidráulico e correntes de transmissão	4
3	221-005	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar fugas de lubrificante	4
4	221-006	Alimentador De Placas	Verificar fugas de ar comprimido	4
4	221-006	Alimentador De Placas	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	4
4	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar fugas de lubrificante	4
4	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
5	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar o estado, esticamento das correntes de transmissão	8
5	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar estado dos Rolos	8
5	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar estado dos cordões	8
5	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar copos de lubrificação automática	8
6	221-012	Lizadora N°1	Verificar o estado e funcionamento do redutor do tapete	4
6	221-012	Lizadora N°1	Verificar o estado do tapete	4
6	221-012	Lizadora N°1	Verificar fugas de ar comprimido	4
6	221-012	Lizadora N°1	Verificar fugas de lubrificante	4
7	221-014	Transportador Intermédio	Verificar estado dos Rolos	4
7	221-014	Transportador Intermédio	Verificar estado dos cordões	4
8	221-016	Lizadora N°2	Verificar o estado e funcionamento do redutor do tapete	4
8	221-016	Lizadora N°2	Verificar o estado do tapete	4
8	221-016	Lizadora N°2	Verificar fugas de ar comprimido	4
8	221-016	Lizadora N°2	Verificar fugas de lubrificante	4
9	221-012	Lizadora N°1	Verificar o estado dos tubos flexíveis de aspiração	8
9	221-016	Lizadora N°2	Verificar o estado dos tubos flexíveis de aspiração	8
10	221-014	Transportador Intermédio	Verificar o estado e esticamento da corrente de transmissão	8
11	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar fugas de lubrificante	4
11	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
12	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar o estado, esticamento das correntes de transmissão	8
12	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar estado dos rolos	8
12	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar o estado dos cordões	8
13	221-019	Transportador De Entrada De Paletes Vazia	Verificar o estado, esticamento da corrente de transmissão	8
13	221-019	Transportador De Entrada De Paletes Vazia	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
13	221-019	Transportador De Entrada De Paletes Vazia	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	8
14	221-019	Transportador De Entrada De Paletes Vazia	Verificar fugas de lubrificante	4
14	221-020	Mesa Elevadora de Saída	Verificar fugas de lubrificante	4
14	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar fugas de lubrificante	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar o estado das rodas dentadas	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar estado do tapete	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
16	221-200	Despoeiramento Imeas 1	Verificar fugas de lubrificante	4
16	221-200	Despoeiramento Imeas 1	Verificar estado e esticamento da corrente de transmissão	4
16	221-200	Despoeiramento Imeas 1	Verificar estado das rodas dentadas	4
16	221-200	Despoeiramento Imeas 1	Verificar estado da tubagem pneumática e se existem fugas de ar comprimido	4

Figura F 1 – Lista de atividades de manutenção autónoma para o equipamento de pré-lixagem

Cartão	Tarefa	Código	Máquina	Operações/Ações	Periodicidade
1	C1T	242-004	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento da corrente de transmissão	8
1	C1T	242-004	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
1	C1T	242-004	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	8
2	C2T	242-016	Transbordador de Entrada de Paletes	Verificar o estado e esticamento da corrente de transmissão	8
2	C2T	242-016	Transbordador de Entrada de Paletes	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
2	C2T	242-016	Transbordador de Entrada de Paletes	Verificar o estado e esticamento das correntes transportadoras	8
3	C3T	242-004	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar fugas de lubrificante	4
3	C3T	242-016	Transbordador de Entrada de Paletes	Verificar fugas de lubrificante	4
3	C3T	242-020	Mesa Elevadora de Entrada N°1	Verificar fugas de lubrificante	4
3	C3T	242-024	Mesa Elevadora de Entrada N°2	Verificar fugas de lubrificante	4
4	C4T	242-040	Despaletizador De Vácuo	Verificar estado das ventosas e respetivas folgas nas hastes	4
4	C4T	242-040	Despaletizador De Vácuo	Verificar ruídos anormais nas bombas de vácuo	4
4	C4T	242-040	Despaletizador De Vácuo	Verificar estado da tubagem pneumática e fugas de ar comprimido	4
4	C4T	242-040	Despaletizador De Vácuo	Verificar motorreductores e fugas de lubrificante	4
4	C4T	242-040	Despaletizador De Vácuo	Verificar estado manómetros	4
5	C5T	242-056	Tapete Transportador De Entrada N°1	Verificar fugas de lubrificante	4
5	C5T	242-056	Tapete Transportador De Entrada N°1	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
5	C5T	242-056	Tapete Transportador De Entrada N°1	Verificar o estado das rodas dentadas	4
5	C5T	242-056	Tapete Transportador De Entrada N°1	Verificar estado do tapete	4
6	C6T	242-060	Tapete Transportador De Entrada N°2	Verificar fugas de lubrificante	4
6	C6T	242-060	Tapete Transportador De Entrada N°2	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
6	C6T	242-060	Tapete Transportador De Entrada N°2	Verificar o estado das rodas dentadas	4
6	C6T	242-060	Tapete Transportador De Entrada N°2	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
6	C6T	242-060	Tapete Transportador De Entrada N°2	Verificar estado do tapete	4
7	C7T	242-064	Tapete Transportador De Entrada N°3	Verificar fugas de lubrificante	4
7	C7T	242-064	Tapete Transportador De Entrada N°3	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
7	C7T	242-064	Tapete Transportador De Entrada N°3	Verificar o estado das rodas dentadas	4
7	C7T	242-064	Tapete Transportador De Entrada N°3	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
7	C7T	242-064	Tapete Transportador De Entrada N°3	Verificar estado do tapete	4
8	C8T	242-070	Máquina De Aplicação De Cola	Lubrificar correntes	4
9	C9T	242-076	Tapete Transportador De Entrada N°4	Verificar fugas de lubrificante	4
9	C9T	242-076	Tapete Transportador De Entrada N°4	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
9	C9T	242-076	Tapete Transportador De Entrada N°4	Verificar o estado das rodas dentadas	4
9	C9T	242-076	Tapete Transportador De Entrada N°4	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
9	C9T	242-076	Tapete Transportador De Entrada N°4	Verificar estado do tapete	4
10	C10T	242-080	Túnel de Secagem	Verificar fugas de lubrificante	4
10	C10T	242-080	Túnel de Secagem	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
10	C10T	242-080	Túnel de Secagem	Verificar o estado das rodas dentadas	4
10	C10T	242-080	Túnel de Secagem	Verificar estado da tela	4
11	C11T	242-088	Tapete Transportador De Entrada N°6	Verificar fugas de lubrificante	4
11	C11T	242-088	Tapete Transportador De Entrada N°6	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
11	C11T	242-088	Tapete Transportador De Entrada N°6	Verificar o estado das rodas dentadas	4
11	C11T	242-088	Tapete Transportador De Entrada N°6	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
11	C11T	242-088	Tapete Transportador De Entrada N°6	Verificar estado do tapete	4
12	C12T	242-092	Transportador Duplo D-Entrada N7 E N8	Verificar fugas de lubrificante	4
12	C12T	242-092	Transportador Duplo D-Entrada N7 E N8	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
12	C12T	242-092	Transportador Duplo D-Entrada N7 E N8	Verificar o estado das rodas dentadas	4
12	C12T	242-092	Transportador Duplo D-Entrada N7 E N8	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
12	C12T	242-092	Transportador Duplo D-Entrada N7 E N8	Verificar estado dos tapetes	4
13	C13T	242-096	Tapete Transportador De Entrada N°9	Verificar fugas de lubrificante	4
13	C13T	242-096	Tapete Transportador De Entrada N°9	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
13	C13T	242-096	Tapete Transportador De Entrada N°9	Verificar o estado das rodas dentadas	4
13	C13T	242-096	Tapete Transportador De Entrada N°9	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
13	C13T	242-096	Tapete Transportador De Entrada N°9	Verificar estado do tapete	4
14	C14T	242-153	Transportador Intermédio (Bico De Pato)	Verificar fugas de lubrificante	4
14	C14T	242-154	Transportador Intermédio (Bico De Pato)	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
14	C14T	242-155	Transportador Intermédio (Bico De Pato)	Verificar o estado das rodas dentadas	4
14	C14T	242-152	Transportador Intermédio (Bico De Pato)	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
14	C14T	242-152	Transportador Intermédio (Bico De Pato)	Verificar estado do tapete	4
14	C14T	242-152	Transportador Intermédio (Bico De Pato)	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
15	C15T	242-184	Tapete Transportador De Saída N°1	Verificar fugas de lubrificante	4
15	C15T	242-184	Tapete Transportador De Saída N°1	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
15	C15T	242-184	Tapete Transportador De Saída N°1	Verificar o estado das rodas dentadas	4
15	C15T	242-184	Tapete Transportador De Saída N°1	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
15	C15T	242-184	Tapete Transportador De Saída N°1	Verificar estado do tapete	4
15	C15T	242-184	Tapete Transportador De Saída N°1	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
16	C16T	242-188	Tapete Transportador De Saída N°2	Verificar fugas de lubrificante	4
16	C16T	242-188	Tapete Transportador De Saída N°2	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
16	C16T	242-188	Tapete Transportador De Saída N°2	Verificar o estado das rodas dentadas	4
16	C16T	242-188	Tapete Transportador De Saída N°2	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
16	C16T	242-188	Tapete Transportador De Saída N°2	Verificar estado do tapete	4
16	C16T	242-188	Tapete Transportador De Saída N°2	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4

16	C16T	242-192	Tapete Transportador De Saída N°2	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
17	C17T	242-192	Tapete Transportador De Saída N°3	Verificar fugas de lubrificante	4
17	C17T	242-192	Tapete Transportador De Saída N°3	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
17	C17T	242-192	Tapete Transportador De Saída N°3	Verificar o estado das rodas dentadas	4
17	C17T	242-192	Tapete Transportador De Saída N°3	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
17	C17T	242-192	Tapete Transportador De Saída N°3	Verificar estado do tapete	4
18	C18T	242-200	Paletizador De Vácuo	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
18	C18T	242-200	Paletizador De Vácuo	Verificar estado das ventosas e respetivas folgas nas hastes	4
18	C18T	242-200	Paletizador De Vácuo	Verificar ruídos anormais nas bombas de vácuo	4
18	C18T	242-200	Paletizador De Vácuo	Verificar estado da tubagem pneumática e fugas de ar comprimido	4
18	C18T	242-200	Paletizador De Vácuo	Verificar motores e fugas de lubrificante	4
18	C18T	242-200	Paletizador De Vácuo	Verificar estado manómetros	4
19	C19T	242-210	Mesa Elevadora De Saída N°1	Verificar fugas de lubrificante	4
19	C19T	242-214	Mesa Elevadora De Saída N°2	Verificar fugas de lubrificante	4
19	C19T	242-230	Transbordador De Paletes De Saída N°1	Verificar fugas de lubrificante	4
19	C19T	242-260	Transportador De Paletes Vazias Decorat.	Verificar fugas de lubrificante	4
20	C20T	242-230	Transbordador De Palates De Saída N°1	Verificar o estado e esticamento da corrente de transmissão	8
20	C20T	242-230	Transbordador De Palates De Saída N°1	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
21	C21T	242-230	Transbordador De Palates De Saída N°1	Verificar o estado e esticamento das correntes transportadoras	8
21	C21T	242-260	Transportador De Paletes Vazias Decorat.	Verificar o estado, esticamento da corrente de transmissão	8
21	C21T	242-260	Transportador De Paletes Vazias Decorat.	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
21	C21T	242-260	Transportador De Paletes Vazias Decorat.	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	8
22	C22T	242-120	Prensa Quente Ksf	Verificar fugas de lubrificante	4
22	C22T	242-120	Prensa Quente Ksf	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
22	C22T	242-160	Prensa Fria Ksf	Verificar fugas de lubrificante	4
22	C22T	242-160	Prensa Fria Ksf	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
23	C23T	242-120	Prensa Quente Ksf	Verificar suporte das cintas	12
24	C24T	242-160	Prensa Fria Ksf	Verificar estado de desgaste do tapete de rolos	8
24	C24T	242-160	Prensa Fria Ksf	Verificar estado das rodas e rolos guia	8

Figura F 2 - Lista de atividades de manutenção autónoma para o equipamento de prensagem